

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 1 1 日
Date of Application:

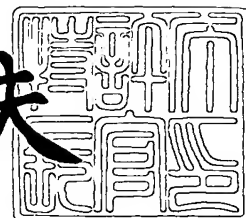
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 9 9 5 7 6
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 9 9 5 7 6]


出 願 人 株式会社東芝
Applicant(s):

2 0 0 3 年 7 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 A000204895

【提出日】 平成14年10月11日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/00

【発明の名称】 基板処理方法、加熱処理装置、パターン形成方法

【請求項の数】 39

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
 浜事業所内

 【氏名】 川野 健二

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
 浜事業所内

 【氏名】 伊藤 信一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横
 浜事業所内

 【氏名】 塩原 英志

【特許出願人】

 【識別番号】 000003078

 【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

 【識別番号】 100058479

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鈴江 武彦

 【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

【識別番号】 100084618

【弁理士】

【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

【識別番号】 100068814

【弁理士】

【氏名又は名称】 坪井 淳

【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【選任した代理人】

【識別番号】 100070437

【弁理士】

【氏名又は名称】 河井 将次

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板処理方法、加熱処理装置、パターン形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、
前記化学増幅型レジスト膜に対してエネルギー線を照射して、潜像を形成する工程と、

前記化学増幅型レジスト膜に対して加熱処理を行う工程とを含み、
前記加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に前記加熱部の相対的な移動方向に対して逆方向に流れる気流を形成して行うことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 2】

基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、
前記化学増幅型レジスト膜に対してエネルギー線を照射して、潜像を形成する工程と、

前記化学増幅型レジスト膜に対して加熱処理を行う工程とを含み、
前記加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に液流を形成して行うことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 3】

基板上に溶剤と固形分を含む液膜を形成する工程と、
前記液膜中の溶剤を揮発させて、前記固形分からなる固形膜を形成する加熱処理を行う工程とを含み、

前記加熱処理は、前記液膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱領域と前記加熱部との間に気流を形成して行うことを特徴とする基板処理方法。

【請求項 4】

前記加熱領域は、スリット状であることを特徴とする請求項 1～3 の何れかに

記載の基板処理方法。

【請求項 5】

前記加熱部により加熱されている状態の加熱領域以外の領域を冷却することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 6】

前記加熱部により加熱されている状態の加熱領域以外の領域を冷却することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 7】

前記冷却は、前記基板が載置されたステージの温度を制御して行うことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の基板処理方法。

【請求項 8】

前記冷却は、前記加熱領域周囲の領域に前記気流を形成して行うことを特徴とする請求項 5 に記載の基板処理方法。

【請求項 9】

前記冷却は、前記加熱領域周囲の領域に前記液流を形成して行うことを特徴とする請求項 6 に記載の基板処理方法。

【請求項 10】

前記液流の形成に、水を用いることを特徴とする請求項 2, 3, 9 の何れかに記載の基板処理方法

【請求項 11】

前記加熱処理が面内で均一に行われるように、前記加熱部と前記基板との相対移動速度、前記加熱部による加熱温度、前記気流の温度、及び前記気流の速度の少なくとも一つを制御することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 12】

前記加熱処理が面内で均一に行われるように、前記加熱部と前記基板との相対移動速度、前記加熱部による加熱温度、前記液流の温度、及び前記液流の速度の少なくとも一つを制御することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の基板処理方法。

【請求項 13】

前記基板の温度を更に制御することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の基板処理方法。

【請求項 14】

前記エネルギー線が、紫外線、遠紫外線、真空紫外線、電子線、X線のいずれかであることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の基板処理方法。

【請求項 15】

前記液流の形成に用いられた液体が、前記化学増幅型レジスト膜上に存在する状態で、前記基板上に現像液を供給して現像を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の基板処理方法。

【請求項 16】

基板を保持する保持手段と、

前記保持手段に保持された基板表面に対向配置され、前記基板の一部領域を加熱する加熱部と、

前記加熱部と前記基板とを、前記基板主面に対して平行に相対的に移動させる移動手段と、

前記加熱部下面と前記基板との間に、気流又は液流を形成する流れ形成手段と

、
前記加熱部が加熱している加熱領域の処理状況を計測する処理状況計測手段と

、
前記処理状況計測手段の計測情報に基づいて、前記基板面内を均一に加熱させる制御手段とを具備してなることを特徴とする加熱処理装置。

【請求項 17】

前記流れ形成手段は、前記加熱部と前記基板との相対的な移動方向に沿って配置された供給部と吸引部とを具備し、

前記供給部は前記吸引部に向けて気体又は液体を供給し、前記吸引部は前記供給部から供給された気体又は液体を吸引することを特徴とする請求項 16 に記載の加熱処理装置。

【請求項 18】

前記供給部及び吸引部は、前記加熱部に隣接して設けられていることを特徴とする請求項 1 7 記載の加熱処理装置。

【請求項 1 9】

前記処理状況計測手段は、前記加熱領域の温度を測定する測定手段を具備し、前記処理状況計測手段は前記測定手段の測定結果に応じて前記加熱領域の処理状況を計測することを特徴とする請求項 1 6 に記載の加熱処理装置。

【請求項 2 0】

前記処理状況計測手段は、前記加熱領域にモニタ光を照射し、該加熱領域からの反射光の強度を検出する検出手段を具備し、前記処理状況計測手段は、前記検出手段の検出結果に基づいて前記加熱領域の処理状況を計測することを特徴とする請求項 1 6 に記載の加熱処理装置。

【請求項 2 1】

前記加熱部は、ヒータからの熱伝導、または光源からの輻射により前記基板を加熱することを特徴とする請求項 1 6 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 2】

前記光源が、ランプ、発光ダイオード、レーザのいずれかであることを特徴とする請求項 2 1 に記載の加熱処理装置。

【請求項 2 3】

前記加熱部は、前記光源からの放射光を基板に照射することを特徴とする請求項 2 2 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 4】

前記光源と前記加熱部とを接続し、前記光源からの光を前記加熱部に導く光ファイバを更に具備することを特徴とする請求項 2 2 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 5】

前記光源の照射波長は、赤外線領域を含むことを特徴とする請求項 2 2 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 6】

前記保持手段は、温度制御手段を具備することを特徴とする請求項 1 6 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 7】

前記温度制御手段は、前記処理状況計測手段の計測情報に基づいて基板の温度を制御することを特徴とする請求項 2 6 記載の加熱処理装置。

【請求項 2 8】

前記前記流れ形成手段は、前記処理状況計測手段の計測情報に基づいて、前記気流又は液流の速度、及び気流又は液流の温度の少なくとも一つを制御することを特徴とする請求項 1 6 に記載の加熱処理装置。

【請求項 2 9】

前記加熱部の相対的な移動方向後方側に設けられ、前記基板に対して現像液を供給しつつ前記基板に対して相対的に移動可能な現像液供給部を更に具備することを特徴とする請求項 1 6 記載の加熱処理装置。

【請求項 3 0】

基板上に感光性膜を形成する工程と、
前記感光性膜表面上に液膜を形成する工程と、
前記感光性膜に前記液膜を介してエネルギー線を照射して潜像を形成する工程と、
前記潜像が形成された前記感光性膜の現像処理を行う工程とを含み、
前記液膜が形成されてから前記現像処理が行われるまでの間は、前記感光性膜表面を乾燥させないことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 3 1】

基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、
前記化学増幅型レジスト膜表面上に液膜を形成する工程と、
前記化学増幅型レジスト膜に前記液膜を介してエネルギー線を照射して潜像を形成する工程と、
前記潜像が形成された化学増幅型レジスト膜に対して露光後加熱処理を行う工程と、
前記露光後加熱処理された化学増幅型レジスト膜の現像処理を行う工程とを含み、
前記液膜が形成されてから前記現像処理が行われるまでの間は、前記感光性膜

表面を乾燥させないことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 32】

前記露光前加熱処理は、

前記液膜が基板上に保持される温度で前記化学増幅型レジスト膜を加熱しつつ、前記感光性膜に電界を印加して行うことを特徴とする請求項 30 に記載のパターン形成方法。

【請求項 33】

前記化学増幅型レジスト膜の加熱は、前記基板裏面側を加熱することによって行い、

前記電界の印加は、前記化学増幅型レジスト膜上部に設置された電極に電圧を印加して行うことを特徴とする請求項 32 に記載のパターン形成方法。

【請求項 34】

前記化学増幅型レジスト膜に印加される電圧は、交流であることを特徴とする前記請求項 32 に記載のパターン形成方法。

【請求項 35】

前記エネルギー線の波長が概ね 193 nm より長波長であるときに、前記液膜が純水であることを特徴とする前記請求項 30 又は 31 に記載のパターン形成方法。

【請求項 36】

前記エネルギー線の波長が概ね 157 nm であるときに、前記液膜がフッ素系オイルであることを特徴とする前記請求項 30 又は 31 に記載のパターン形成方法。

【請求項 37】

前記露光後加熱処理は、前記被処理膜の一部を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記被処理膜表面との間に液流を形成して行うことを特徴とする請求項 31 に記載のパターン形成方法

【請求項 38】

前記現像処理は、前記化学増幅型レジスト膜に現像液を供給しつつ、供給された現像液を吸引する現像液供給部を前記基板に対して相対的に移動させて行うこ

とを特徴とする前記請求項 30 又は 31 に記載のパターン形成方法

【請求項 39】

前記露光前加熱処理は、光照射によって行われることを特徴とする請求項 31 に記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、基板の加熱処理を行う基板処理方法及び基板処理装置、並びに基板上に感光性膜又は化学増幅型レジスト膜のパターンを形成するパターン形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置製造では、素子領域形成、電極配線加工等に際して、レジストパターンが用いられる。このレジストパターンは、一般に以下のように形成される。まず、半導体ウエハ上にレジスト塗布膜を形成した後、プリベークと呼ばれる加熱処理を行う。このプリベークは、レジスト内の溶媒を揮発させるために行う。次に、このレジスト膜に所定パターンを露光により転写する。

【0003】

半導体素子の微細化に伴い、リングラファイ工程において、高い解像性が要求される。この要求に対し、使用する露光光の短波長化が進められている。光リソグラフィでは、KrFエキシマレーザ（波長：248nm）が露光光源として広く使われるようになった。

【0004】

一方、パターンが転写される感光性樹脂（フォトレジスト）材料も露光光の短波長化に伴い、化学増幅型レジストと呼ばれるフォトレジストが考案、実用化されている。化学増幅型レジストは、その中に露光によって酸を発生する酸発生剤を含む。露光によって発生した酸は樹脂を分解したり（ポジ型）、架橋させたり（ネガ型）する。この後の現像工程において、現像液に対する溶解性が変化するという性質を利用する。

【0005】

この化学増幅型レジストは、解像性に優れるという利点を持つ反面、環境に対してデリケートである。すなわち、大気中の塩基性物質と反応し、酸が失活して、パターン形状や解像度の劣化などを引き起こす。この劣化を防ぐため、環境制御を行う。環境制御は、一般的に、露光装置及びレジスト塗布や現像などの処理を行うコーターデベロッパ内でケミカルフィルターを設けるなどして行われる。

【0006】

一方、この化学増幅型レジストの多くは、露光工程の後に P E B (Post Exposure Bake) と呼ばれる加熱処理工程が必要とされる。P E B は、露光工程で発生した酸を拡散させるために行われる。P E B 処理工程の後、化学増幅型レジストを現像して、レジストパターンを形成する。

【0007】

化学増幅型レジストは、上記酸の失活以外にも、P E B 処理において酸が蒸発することにより消失することが知られている。P E B 処理における酸の蒸発による消失を低減する方法としては、従来からいくつかの方法が提案されている。例えばレジスト塗布後に溶剤を揮発させる目的で行われるプリベーク温度を通常よりも高く、P E B 温度を通常よりも低くすることで、酸の蒸発を低減させる方法があげられる（非特許文献 1）。あるいは P E B 処理を通常の気圧よりも高い圧力下で行うことで、酸の蒸発を減少させる方法（特許文献 1）が挙げられる。

【0008】

非特許文献 1 によれば、P E B 時の酸の蒸発量を低減できる。しかし、最適化された温度条件（通常条件）から大きく外れた条件でプリベーク処理及び P E B 処理を行うことになるため、本来レジストの持つ露光量やフォーカス裕度（マージン）のパフォーマンスを十分引き出せない。

【0009】

また、P E B 処理においては、加熱の際に生じるガスや微粒子がチャンバ内に付着してパーティクルの発生源となることを防止可能な加熱装置が必要である。このため、加熱装置のチャンバ内でパージ気流を形成しているのが一般的である。しかし、P E B 時に蒸発した酸は、この気流によって下流側へ運ばれウエハ上

に再付着する。従って、気流に対して最も上流に位置するチップとその下流側に位置するチップとは、レジスト表面の酸濃度が異なる。このため、現像処理後のウエハ面内でのレジスト寸法にばらつきが生じる。

【0010】

また、上記特許文献1では、酸の蒸発を低減できるものの、蒸発した酸の再付着に関しては、何ら対策されていない。蒸発した酸は半導体ウエハ上に再付着するため、現像処理後のウエハ面内でのレジスト寸法変動をなくすことは困難である。

【0011】

【特許文献1】

特開平11-38644号公報

【0012】

【非特許文献1】

Effect of acid evaporation in Chemically Amplified resists on in soluble layer formation Journal of Photopolymer Science and Technology Vol. 8, Number4 (1995) P.561-570

【0013】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、PEB処理工程で蒸発した酸が、レジスト膜上に再付着して、レジスト膜のパターン寸法にバラツキが生じるという問題があった。

【0014】

本発明の目的は、加熱処理工程における、レジスト膜のパターン寸法のバラツキを抑制し得る基板処理方法、基板処理装置、及びパターン形成方法を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の一例に係わる基板処理方法は、基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対してエネルギー線を照射して、潜像を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対して加熱処理を行う工

程とを含み、前記加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に前記加熱部の相対的な移動方向に対して逆方向に流れる気流を形成して行うことを特徴とする。

【0016】

(2) 本発明の一例に係わる基板処理方法は、基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対してエネルギー線を照射して、潜像を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対して加熱処理を行う工程とを含み、前記加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に液流を形成して行うことを特徴とする。

【0017】

(3) 本発明の一例に係わる基板処理方法は、基板上に溶剤と固形分を含む液膜を形成する工程と、前記液膜中の溶剤を揮発させて、前記固形分からなる固形膜を形成する加熱処理を行う工程とを含み、前記加熱処理は、前記液膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱領域と前記加熱部との間に気流を形成して行うことを特徴とする

(4) 本発明の一例に係わる加熱処理装置は、基板を保持する保持手段と、前記保持手段に保持された基板表面に対向配置され、前記基板の一部領域を加熱する加熱部と、前記加熱部と前記基板とを、前記基板主面に対して平行に相対的に移動させる移動手段と、前記加熱部下面と前記基板との間に、気流又は液流を形成する流れ形成手段と、前記加熱部が加熱している加熱領域の処理状況を計測する処理状況計測手段と、前記処理状況計測手段の計測情報に基づいて、前記基板面内を均一に加熱させる制御手段とを具備してなることを特徴とする。

【0018】

(5) 本発明の一例に係わるパターン形成方法は、基板上に感光性膜を形成する工程と、前記感光性膜表面上に液膜を形成する工程と、前記感光性膜に前記液膜を介してエネルギー線を照射して潜像を形成する工程と、前記潜像が形成された前記感光性膜の現像処理を行う工程とを含み、前記液膜が形成されてから前記

現像処理が行われるまでの間は、前記感光性膜表面を乾燥させないことを特徴とする。

【0019】

(6) 本発明の一例に係わるパターン形成方法は、基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜表面上に液膜を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に前記液膜を介してエネルギー線を照射して潜像を形成する工程と、前記潜像が形成された化学増幅型レジスト膜に対して露光後加熱処理を行う工程と、前記露光後加熱処理された化学増幅型レジスト膜の現像処理を行う工程とを含み、前記液膜が形成されてから前記現像処理が行われるまでの間は、前記感光性膜表面を乾燥させないことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【0021】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる基板処理方法を示すフローチャートである。図2は、本発明の第1の実施形態に係わる半導体装置の製造方法を示す断面図である。図1、2を参照して、第1の実施形態を説明する。

【0022】

(ステップS101)

まず、図2(a)に示すように、直径200mmの半導体基板(以下ウエハと称す)101上に膜厚60nmの反射防止膜102を形成する。反射防止膜102は、例えば回転塗布法により反射防止材及び溶剤を含む液膜を形成した後、190℃、60秒の条件でベーク処理して形成される。

【0023】

(ステップS102)

次いで、図2(b)に示すように、ウエハ101上に、溶剤にポジ型の化学増幅型レジスト材が添加された化学増幅型レジスト溶液を塗布し、液膜103を形成する。なお、本実施形態で用いた化学増幅型レジスト溶液は、フェノール系樹

脂をベースポリマーとし、乳酸エチルと 3-エトキシプロピオン酸エチルの混合溶媒とで構成されている。

【0024】

(ステップ S103)

次いで、図 2 (c) に示すように、露光前加熱 (プリベーク) 処理を行って、液膜 103 中の溶剤を揮発させて、膜厚 300 nm のポジ型化学増幅レジスト膜 104 を形成する。プリベーク処理の条件は、130℃、60 秒の条件である。

【0025】

(ステップ S104)

プリベーク後、ウエハ 101 を室温まで冷却した後、KrF エキシマレーザ (波長 248 nm) を光源とする露光装置へ搬送する。次いで、露光用マスクを介して、縮小投影露光を行う。図 3 (a) に示すように、ウエハ上の縦 11×横 13 の設定された各チップ領域 110 にレチクルに形成されたパターンを転写し、潜像を形成する。図 3 (b) に、各チップ領域 110 に転写されたパターンの概略を示す。1 つの露光領域 (以下露光ショットと称す) は、左半分のラインパターン領域 111 と現像工程後にレジストが全く残らない領域 112 とで構成されている。図 3 (c) にラインパターン領域 111 の拡大図を示す。幅 150 nm のライン部 121 と幅 150 nm のスペース部 122 との繰り返しパターンが、300 nm のピッチで配置されている。

【0026】

前記露光波長としては、紫外線、遠紫外線、真空紫外線、電子線、X 線のいずれかであれば良い。

【0027】

(ステップ S105)

次いで、加熱処理装置に搬送して、露光後加熱 (PEB) 処理を行う。ここで、PEB 処理を行う加熱処理装置の構成を図 4, 5 を用いて説明する。図 4, 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係わる加熱処理装置の概略構成を示す図である。図 4 は、加熱処理装置の構成を示す断面図である。図 5 は、加熱処理装置の概略構成を示す斜視図である。

【0028】

図4, 5に示すように、ベース201上の温度制御板202上にウエハ101が載置される。ウエハ101を覆うように、カバー203が設けられている。カバー203と温度制御板202で覆われた空間204内は、雰囲気制御されることが好ましい。

【0029】

ハロゲンランプ光源211からの光が複数本の光ファイバ212を介して複数の加熱ヘッド213に導入されている。加熱ヘッド213は、ウエハ101の上方に設けられている。ハロゲンランプ光源211からの光が加熱ヘッド213内に設けられた対物レンズを介してウエハ101に選択的に照射される。本装置では、選択的に光が照射される照射領域は、長さ220mm、幅5mmのスリット状である。

【0030】

加熱ヘッド213は、移動機構214で支持されている。加熱ヘッド213は、移動機構214の移動により一方向に移動可能である。加熱ヘッド213がウエハ101の一端から他端へと移動することによりウエハ101に対して所望の加熱処理を行う。

【0031】

カバー203に送風部221及び吸気部222が接続されている。送風部221及び吸気部222とを結ぶ線と、加熱ヘッド213の移動方向とはほぼ並行である。送風部221から空間204内に導入された気流223は、加熱ヘッド213の移動方向に対して逆向きである。気流223は、加熱ヘッド213とウエハ101の間を流れ、吸気部222から吸引される。

また、ハロゲンランプ光源211, 移動機構214, 送風部221及び吸気部222とを制御する制御部231が設けられている。

【0032】

この装置を用いて化学増幅型レジスト膜のPEB処理を行った場合を説明する。

温度制御板202上にウエハ101を載置する。そして、カバー203をセッ

トする。その後、図6に示すように、加熱ヘッド213を移動させて、照射領域240を紙面左から右に移動させる。この時、送風部221及び吸気部222を動作させて右から左に流れる気流223を形成する。この時、温度制御板202は23℃に温調され、加熱ヘッド213による光照射領域だけが加熱されるように構成されている。

【0033】

光照射による加熱処理によって露光時にレジスト膜に生成された酸は蒸発し、気流によって下流側に運ばれ、レジスト膜表面に再付着する事がある。しかし、再付着する領域は既に加熱が終了している領域で、かつ、温度が低温に制御されている。そのため、再付着した酸とレジスト膜との反応を大幅に抑制することができる。

【0034】

現像後のウエハ面内でのレジスト寸法均一性の観点から、PEB工程では均一な加熱量をウエハ面内で与える必要がある。図6に示すように、ウエハ101端部では照射面積に対するウエハエッジの占める割合が中心部に比べて大きいため、熱が逃げやすい。そのため、同一のスキャン速度で照射加熱した場合、図7に示すようにウエハ端部で加熱量が小さくなり、結果としてレジスト寸法の均一性を劣化させてしまう。加熱量をウエハ面内で均一にするためには、スキャン速度をウエハ端部で遅くする(図8(a))、処理温度をウエハ端部で高くする(図8(b))ことによって実現できる。なお、処理温度を制御する方法として、光源の照度を制御する方法や気流の流速を制御する方法がある。

【0035】

なお、加熱部は、光源からの光を照射して加熱する構成に限らない。例えば、内部にヒータ(光源を含む)の発する熱をレジスト膜に伝導させても良い。また、光源としては、ランプ、発光ダイオード、レーザのいずれかを用い、光の輻射によりレジスト膜を加熱することができる。

【0036】

(ステップS106)

次いで、ウエハを室温まで冷却する。さらに、現像ユニットに搬送して60秒

間のアルカリ現像処理を行う。現像処理終了後、リンス処理、スピン乾燥処理を行い、図2(d)に示すように、レジストパターンを形成する。

【0037】

以下、本実施形態で得られたレジストパターン寸法の面内分布と従来の加熱処理装置でPEB処理した結果との比較を説明する。

【0038】

先ず、従来の加熱処理装置の一例として一方向の気流が形成される装置について説明する。この装置では、一方向に流れる気流がある状態で、面内の温度分布が均一になるように加熱して、PEB処理を行っていた。

【0039】

この加熱処理装置を用いて、レジストパターンを形成した。転写したレジストパターン及び、レジストパターン形成の工程は、前記記載した工程と同様のため、ここでは省略する。

【0040】

従来の加熱処理装置でPEB処理を行って現像した後、レジストパターンを上面からSEM(Scanning Electron Microscope)で観察し、各露光ショットの良否を検討した。加熱処理時の気流に対して、最も上流側に位置する露光チップが不良であった。なお、レジストパターンが解像しなかったものを不良と判定した。

【0041】

本実施形態に関する加熱処理装置を使用した場合に得られたパターン転写結果の良否を同様に評価した結果、ウエハ面内には、不良と判定された露光チップが観察されず、良好なパターン転写結果が得られた。

【0042】

上述したような加熱処理を行うことで、再付着した酸の熱反応を大幅に抑制することができる。よって、再付着した酸による実効的な露光量がウエハ面内で変動することなく、レジスト寸法の均一性を向上することができた。

【0043】

本実施形態では、評価を簡便に行えるという利点から、図3に示すパターンを評価用として使用したが、これに限定されることは無く、他の配置のパターンで

も、同様の効果が得られる。

【0044】

本実施形態では、複数の光ファイバで加熱処理装置外にある光源の光を装置内に導入したが、これに限定されることなく、装置内にランプを設置して直接ウエハに光を照射させても良い。

【0045】

本実施形態では、ハロゲンランプを光源として用いたが、これに限定されることは無く、レジストが感光しない波長域を有するランプで加熱できるものであれば良い。

【0046】

また、本実施形態では、ランプ照射によって加熱を行ったが、これに限定されることは無く、ヒーターを熱源とし、その熱伝導を利用した加熱方法であっても良い。

【0047】

本実施形態では、照射領域を長さ220mm、幅5mmのスリット状としたが、これに限定されることは無い。ここでのスリット状とは、形状が長方形、楕円形などの細長い形状のもの全てを総称した表現である。

【0048】

また、本実施形態では、加熱源である加熱ヘッドをスキャンさせることで、選択加熱領域をウエハ内で移動させたが、加熱ヘッドを固定し、ウエハを保持するステージを移動させることで行っても同様の効果が得られる。

【0049】

また、本実施形態ではステージ温度を23℃としたが、これに限定されることは無く、再付着した酸が熱反応により、実効的な露光量の変動しない温度以下であれば良い。

【0050】

また、本実施形態に示した趣旨を逸脱しない範囲において、様々な変形が可能である。

【0051】

(第2の実施形態)

次に、第1の実施形態と異なる加熱装置について説明する。

図9は、本発明に関する加熱処理装置を模式的に示した断面図である。装置の全体的な構成は第1の実施形態と同様であるため、ここでは省略する。

【0052】

処理ヘッド250は、加熱部251と、送風部252と、吸気部253とを具備する。加熱部251は、1本のハロゲンランプ光源（不図示）から光ファイバ（不図示）を介して送られた光255を化学増幅型レジスト膜104に対して照射する。送風部252は、処理ヘッド250の移動方向前方側に配置されている。吸気部253は、処理ヘッド250の移動方向後方側に配置されている。

【0053】

送風部252からウエハ101上に気体が導入され、吸気部253から吸引されて、気流254が形成される。気流254の向きは、処理ヘッド250の移動方向前方側から後方側に流れる。ウエハ101はステージ（図示しない）上に載置され、ステージは、23℃に温調されている。これにより、光255が照射される領域が選択的に加熱されるように構成されている。

【0054】

光255の照射による加熱処理によって露光時に生成された酸は蒸発し、気流254によって下流側に運ばれる。吸気部253が加熱部251に隣接して設置されているために、レジスト膜104表面に再付着する酸の量が低減される。レジスト膜104表面に酸が再付着しても、再付着する領域は、温度が低温に制御されているため、ほとんど影響をあたえることはない。

【0055】

第1の実施形態と同様に、反射防止膜及びレジスト膜を形成した後、露光前ベーク、露光を行った。その後、図9に示した装置を用いて、PEB処理を行った。その後、ウエハを冷却した後、第1の実施形態と同様に現像処理、リンス処理、乾燥処理を行って、110nmラインアンドスペースパターンからなるレジストパターンを形成した。

【0056】

形成されたライン寸法をウエハ面内で測定した結果、110 nmラインアンドスペースパターンの面内寸法ばらつきは、従来の加熱処理装置で加熱処理した場合の9.5 nm (3 σ) に比べ、4.1 nmと大幅に低減させることができた。

【0057】

本実施形態では、110 nmラインアンドスペースパターンについて説明したが、これに限定されることは無く、他のパターンでも、同様の効果が得られる。

【0058】

本実施形態では、1つの加熱ヘッドの場合について、説明したが、これに限定されることは無い。複数の加熱ヘッドと気流形成機構で行えば、処理時間を大幅に低減することができる。

【0059】

また、本実施形態では露光後に行う加熱処理 (PEB) の工程に適用した場合を説明したが、他の工程例えば塗布膜形成後の加熱処理工程にも適用できる。

【0060】

(第3の実施形態)

図10は、本発明の第3の実施形態に係わる基板処理方法を示すフローチャートである。

(ステップS201)

第1の実施形態と同様に、半導体基板上に反射防止膜、化学増幅型レジスト膜を形成する。

【0061】

(ステップS202)

プリベーク後、ウエハを室温まで冷却した後、KrFエキシマレーザ (波長248 nm) を光源とする液浸式露光装置へ搬送する。純水中にウエハを浸した状態で、露光用マスクを介して縮小投影露光を行う。1つの露光ショット内に、ライン寸法=130 nm、スペース寸法=130 nmの繰り返しパターンがピッチ=260 nmで配置された領域が存在している評価パターンを用いた。図11に示すように、この露光ショット110を縦5×横7の配置 (図11) でウエハ1

01 上に転写し、ポジ型化学増幅レジストに潜像を形成した。ここで、液浸式露光装置は、例えば特開平 6-124873 の図 1 に開示された装置等を用いれば良い。

【0062】

前記光源の波長が概ね 193 nm より長波長であるときに、前記液膜が純水を用いることが好ましい。また、前記光源の波長が概ね 157 nm であるときに、前記液膜がフッ素系オイルであることが好ましい。

【0063】

(ステップ S203)

液浸式露光装置での潜像形成後、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で、液浸式露光装置から搬出し、さらにレジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で加熱処理装置へと搬送して、露光後ベーク (PEB) 処理を行う。PEB 処理は、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で行った。

【0064】

PEB 処理は、露光によって生成された酸を拡散させる目的で行われる。半導体のリソグラフィプロセスでは、温度管理されたホットプレート上にウエハを所定の時間載置することで加熱処理するのが、一般的である。通常 PEB の処理温度は、90℃ 以上で行われることが多い。本実施形態では純水の液膜がレジスト膜表面に形成された状態での PEB 処理を実現させるため、純水が蒸発しない温度にウエハを保ちつつ、電圧を印加させて酸を拡散させる PEB 方法を用いた。ここで、加熱させた状態で電圧を印加させるのは、拡散をより効率的に行うためである。

【0065】

以下、その詳細について、図面を参照しながら説明する。図 12, 13 は、本発明の第 3 の実施形態に係わる加熱処理装置による PEB の工程を模式的に示す図である。

図 12 に示すように、ウエハ 101 は、温度制御板 321 上に載置されている。ウエハ 101 上に反射防止膜 102 及び化学増幅型レジスト膜 104 が形成されている。レジスト膜 104 表面には純水 301 の液膜が形成されている。図示

しない流水形成手段によって、処理中常にレジスト膜 104 上には純水が流れた状態に保たれている。基板 101 は、アースに接続されている。なお、純水の流れの向きは、どのような方向でも構わない。しかし、純水の流れの向きは、移動方向と略逆方向であることが好ましい。

【0066】

ウエハ 101 上に配置された電圧印加ヘッド 310 の構成について説明する。絶縁体 313 に被覆された電極 312 がレジスト膜上部の近接した位置に配置されている。電極 312 は、電線 311 を介して電源 331 に接続されている。電源 331 からの電源の供給により、ウエハ 101 と電極 312 との間のレジスト膜 105 に電界 316 が印加される。本実施形態では、電極 312 の形状を長さ 220 mm、幅 5 mm のスリット状（長方形）とした。

【0067】

図 13 に示すように、電圧印加ヘッド 310 は、移動機構 341 によって、ウエハ 101 上を一方向に移動可能である。移動機構 341 は、電圧印加ヘッド 310 下面とレジスト膜 104 表面との距離を調整可能である。電圧印加ヘッド 310 は、距離センサ 314 を具備する。移動機構 341 は、距離センサ 314 の測定結果に応じて、電圧印加ヘッド 310 下面とレジスト膜 104 表面との距離を一定に保ちつつ、電圧印加ヘッド 310 をウエハ 101 の一端から他端へとスキャン移動させる。

【0068】

電界 316 によるレジスト膜 105 中の酸の膜厚方向への拡散を効率よく行うために、ウエハ 101 裏面に設置された温度制御板 321 で加熱されるように構成されている。ここで、ウエハ 101 は 0.1 mm の距離で温度制御板 321 と離間配置されている。

【0069】

また、電圧印加ヘッド 310 に設けられた温度センサ 315 で処理後のレジストの温度がモニタされる。温度センサ 315 の測定温度が一定になるように、レジスト膜 104 上に流れる純水 301 の流速を制御する。純水 301 の流速制御は、流水形成手段（図示しない）で行われる。

【 0 0 7 0 】

本実施形態で用いたレジストの処理条件を印加電圧をプラス 2 k V、レジスト膜表面と電極 3 1 2 との距離を 1 0 0 μ m、加熱温度を 7 0 $^{\circ}$ C とした。

【 0 0 7 1 】

(ステップ S 2 0 4)

この加熱処理装置を用い、ウエハ面内で均一な P E B 処理を行った後、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で加熱処理装置から搬出し、さらに、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で現像装置へと搬送して、アルカリ現像液による現像処理を行った。

【 0 0 7 2 】

この場合、レジスト膜表面に存在する純水をアルカリ現像液に効率よく置換させて行う必要がある。ここで、現像装置は、例えば特開 2 0 0 2 - 2 5 2 1 6 7 に開示されている現像装置を用いれば良い。

【 0 0 7 3 】

現像処理終了後、乾燥処理を行いレジストパターンを形成する。

このように、液浸式露光を用いたリソグラフィプロセスにおいて、露光工程後にレジスト膜表面に形成された液膜を乾燥せずに現像工程まで行うため、工程を簡略化させたリソグラフィプロセスを提供することができる。

【 0 0 7 4 】

また、水中で P E B 処理を行うので、レジスト膜表面から放出した酸は、純水でトラップされ、レジスト膜表面への再付着を著しく低減することが出来る。このため、再付着した酸による実効的な露光量がウエハ面内で変動することなく、レジスト寸法の均一性を向上することができた。より具体的には、ライン寸法 = 1 3 0 n m、スペース寸法 = 1 3 0 n m の繰り返しパターンのライン寸法のウエハ面内での寸法変動量は、 3σ で 7 . 8 n m から 4 . 7 n m にまで低減することができた。

【 0 0 7 5 】

本実施形態の P E B 工程では、使用したレジストの特性から印加電圧をプラス 2 k V、レジスト膜表面と電極 3 1 2 との距離を 1 0 0 μ m、加熱温度を 7 0 $^{\circ}$ C

としたが、これに限定されることは無い。用いるレジストのPEB処理に適した条件に適宜設定することが重要である。

【0076】

また、本実施形態では、電圧印加ヘッドを走査することで、電圧印加領域をウエハ内で移動させたが、電圧印加ヘッドを固定し、ウエハを移動させることで行っても同様の効果が得られる。

【0077】

また、本実施形態では、ライン寸法=130nm、スペース寸法=130nmの繰り返しパターンについて説明したが、これに限定されることは無く、他のパターンでも、同様の効果が得られる。

【0078】

また、本実施形態では、PEB処理を行うリソグラフィプロセスについて説明したが、これに限定されることは無い。使用するレジストによっては、PEB処理を必要としないものもあるが、この場合は、本実施形態記載のプロセスからPEB処理を省略すればよい。

【0079】

なお、本実施形態では、現像までも液膜が形成された状態で行ったが、これに限定されることはない。例えば、工程中の湿度を80%以上の高湿度な状態に制御することでレジスト膜表面の液体を乾燥させることなく処理することが可能である。この場合、現像時に効率よくアルカリ現像液に置換させる必要がないので、一般的な現像装置を適用することができる。その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、様々な変形が可能である。

【0080】

(第4の実施形態)

本実施形態の基板処理方法を以下に説明する。手順は、第3の実施形態と同様なのでフローチャートの図示を省略する。

【0081】

直径300mmの半導体基板（以下ウエハと称す）上に膜厚100nmの反射防止膜を形成する。反射防止膜は、例えば回転塗布法により反射防止材及び溶剤を

含む液膜を形成した後、190℃、60秒の条件でベーク処理して形成される。

【0082】

次いで、反射防止膜上に膜厚400nmのポジ型化学増幅型レジスト膜を形成する。レジスト膜は、反射防止膜上に化学増幅型レジスト剤及び溶剤からなる液膜を回転塗布により形成した後、130℃、90秒の加熱条件でプリベークと呼ばれるレジスト中の溶剤を揮発させるための加熱処理を行って形成した。

【0083】

プリベーク後、ウエハを室温まで冷却した後、ArFエキシマレーザ（波長193nm）を光源とする液浸式露光装置へ搬送した。純水中にウエハを浸した状態で、露光用マスクを介して縮小投影露光を行った。1つの露光ショット内に、ライン寸法=100nm、スペース寸法=100nmの繰り返しパターンがピッチ=200nmで配置された領域が存在している評価パターンを用いた。この露光ショットをウエハ上に複数転写し、ポジ型化学増幅レジストに潜像を形成した。ここで、液浸式露光装置は、例えば特開平6-124873の図1に開示されて装置等を用いれば良い。

【0084】

液浸式露光装置での潜像形成後、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で、液浸式露光装置から搬出し、さらにレジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で加熱処理装置へと搬送して、露光後ベーク（PEB）処理を行った。PEB処理は、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で始められる。

【0085】

図14は、本実施形態で用いた加熱処理装置によるPEBの工程を模式的に示した図である。図14において、図4と同一な部位には同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

レジスト膜104上には、純水301の液流が形成されている。照射光に対して透明な透明板302がレジスト膜104上部に設置され、透明板302とレジスト膜104表面との間に純水301が充填されるようになっている。

【0086】

加熱ヘッド213外にあるハロゲンランプ光源（図示せず）からの光が光ファ

イバ 2 1 2 で導かれ、加熱ヘッド 2 1 3 からレジスト膜 1 0 4 表面に照射される。照射される光は、図示しないフィルターによって、純水が吸収を有する 2 . 2 ~ 3 . 5 μ m の波長がカットされている。

【 0 0 8 7 】

光照射による加熱中、図示しない流水形成手段及び温度制御手段によって、レジスト膜表面上に温度と流速が制御された純水の液流が形成されるように構成されている。加熱部（加熱ヘッド）は、ウエハ面内で所望の加熱処理ができるように、ウエハ端部から端部へと走査できるようになっている。本実施形態では、加熱ヘッドは走査方向に垂直方向に複数分割され、それぞれの照度が独立に制御されている構成のものをを用いた。本実施形態では、複数の加熱ヘッドで構成される加熱ヘッド群の形状を長さ 3 2 0 mm、幅 6 mm のスリット状（長方形）とした。純水 3 0 1 の液流の向きと加熱部との移動方向とは逆方向である。しかし、任意の向きの液流を形成しても良い。

【 0 0 8 8 】

現像後のウエハ面内でのレジスト寸法均一性の観点から、P E B 工程では均一な加熱量をウエハ面内で与える必要がある。第 1 の実施形態と同様に、加熱量の制御を行った。

【 0 0 8 9 】

この加熱処理装置を用い、ウエハ面内で均一な P E B 処理を行った後、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で加熱処理装置から搬出し、さらに、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で現像装置へと搬送して、アルカリ現像液による現像処理を行った。この場合、レジスト膜表面に存在する純水をアルカリ現像液に効率よく置換させて行う必要がある。ここで、現像装置は、例えば特開 2 0 0 2 - 2 5 2 1 6 7 に開示されている装置を用いれば良い。現像処理終了後、乾燥処理を行いレジストパターンを形成した。

【 0 0 9 0 】

以上説明したように、液浸式露光を用いたリソグラフィプロセスにおいて、露光工程後にレジスト膜表面に形成された液膜を乾燥せずに現像工程まで行うため、工程を簡略化させたリソグラフィプロセスを提供することができる。

【0091】

水中でPEB処理を行うので、レジスト膜表面から放出した酸は、純水でトラップされ、レジスト膜表面への再付着を著しく低減することが出来る。このため、再付着した酸による実効的な露光量がウエハ面内で変動することなく、レジスト寸法の均一性を向上することができる。より具体的には、ライン寸法=100 nm、スペース寸法=100 nmの繰り返しパターンのライン寸法のウエハ面内での寸法変動量は、 3σ で6.7 nmから4.1 nmにまで低減することができた。

【0092】

本実施形態では、複数本の光ファイバで光源の光を装置内に導入したが、これに限定されることなく、ランプからの光を直接照射させても良い。また、本実施形態では、ハロゲンランプを光源として用いたが、これに限定されることは無く、レジストが感光しない波長域を有するランプで加熱できるものであれば良い。レジスト膜表面の液に対して吸収を持たない波長の光を選択することが望ましい。

【0093】

また、本実施形態では、加熱源である加熱ヘッドをスキャンさせることで、選択加熱領域をウエハ内で移動させたが、加熱ヘッドを固定し、ウエハを保持するステージを移動させることで行っても同様の効果が得られる。

【0094】

また、本実施形態では、ライン寸法=100 nm、スペース寸法=100 nmの繰り返しパターンについて説明したが、これに限定されることは無く、他のパターンでも、同様の効果が得られる。

【0095】

なお、本実施形態では、現像までも液膜が形成された状態で行ったが、これに限定されることはない。例えば、工程中の湿度を80%以上の高湿度な状態に制御することでレジスト膜表面の液体を乾燥させることなく処理することが可能である。この場合、現像時に効率よくアルカリ現像液に置換させる必要がないので、一般的な現像装置を適用することができる。その他、本発明の趣旨を逸脱しな

い範囲において、様々な変形が可能である。

【0096】

(第5の実施形態)

図15は本発明の第5の実施形態に係わる処理装置の構成を示す図である。

図15に示すように、本処理装置は、ランプ照射によるPEB処理を行うPEBヘッド410と、現像処理を行う現像ヘッド420とを具備する。PEBヘッド410は、第1の実施形態と同様に、表面に液膜401が存在する状態のレジスト膜104に光照射しつつ、移動機構（不図示）により一方向に移動する。また、同様に現像ヘッド420は、現像処理を行いつつ、移動機構（不図示）により一方向に移動する。

【0097】

PEBヘッドの構成を図16を参照して説明する。図16は、本発明の第5の実施形態に係わるPEBヘッドの構成を示す図である。図16に示すように、PEBヘッドは、光加熱部411と、供給部412と、吸引部413とを具備する。PEBヘッド410の移動方向前方側から、供給部412、光加熱部411、吸引部413が順次配列されている。

【0098】

光加熱部411は、例えば本実施形態1記載のように、PEBヘッド410外に設置されたハロゲンランプ光源からの光を光ファイバで光加熱部411に導いて、レジスト膜104の表面に光414を照射する。なお、光加熱部411内にハロゲンランプ光源を設けても良い。

【0099】

供給部412は、レジスト表面に対して純水を供給する。そして、吸引部413は、レジスト膜104上の純水を吸引する。供給部412及び吸引部413の動作により、光414の加熱部には、液流415が生じる。

【0100】

また、現像ヘッド420の構成は、例えば特開2002-252167公報の図5に開示されている現像液およびリンス液供給ユニットを適用すれば良い。

【0101】

次いで、本処理装置を用いたレジストパターン形成方法について説明する。

第3の実施形態と同様に、反射防止膜及びレジスト膜の形成後、液浸式露光装置を用いて露光を行う。

【0102】

液浸式露光装置での潜像形成後、レジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で、液浸式露光装置から搬出し、さらにレジスト膜表面に純水の液膜が形成された状態で、図15に示した処理装置へと搬送する。処理装置による処理を図17を参照して説明する。図17は、本発明の第5の実施形態に係わる処理装置を用いた処理を示す平面図である。

【0103】

レジスト膜104上に純水の液膜が形成された状態で、図17(a)に示すように、PEBヘッド410を走査させて、PEB処理を行う。PEB処理後に、純水の液膜が形成された状態にしておく。この状態は、PEBヘッド410の走査速度に応じて、供給部412からの純水供給速度、及び吸引部413の純水吸引速度を制御して、実現される。

【0104】

PEB処理後、レジスト膜104上に純水の液膜が形成された状態で、図17(b)に示すように、現像ヘッド420を走査させて、レジスト膜の現像処理を行う。現像処理終了後、乾燥処理を行いレジストパターンを形成した。

【0105】

このように、液浸式露光を用いたリソグラフィプロセスにおいて、露光工程後にレジスト膜表面に形成された液膜を乾燥せずに現像工程まで行うため、工程を簡略化させたリソグラフィプロセスを提供することができる。

【0106】

また、水中でPEB処理を行うので、レジスト膜表面から放出した酸は、純水でトラップされ吸引部から吸引されるので、レジスト膜表面への再付着を著しく低減することが出来る。このため、再付着した酸による実効的な露光量がウエハ面内で変動することなく、レジスト寸法の均一性を向上することができた。より具体的には、ライン寸法=120nm、スペース寸法=150nmの繰り返しパ

ターンのライン寸法のウエハ面内での寸法変動量は、 3σ で7.2 nmから4.1 nmにまで低減することができた。

【0107】

また、本実施形態記載の処理装置を用いることで、PEB処理と現像処理を同一内で行うことができるため、PEB及び現像処理装置をコンパクトにすることができる。また、PEB処理と現像処理を同一装置内で行うことにより、処理時間の短縮を図ることが可能である。なお、PEBヘッド410の走査速度が、現像ヘッド420の走査速度より速い場合は、PEBヘッド410と現像ヘッドを同時に走査させても良い。また、PEBヘッド410の走査速度と現像ヘッド420の走査速度とがほぼ同じ場合は、PEBヘッド410と現像ヘッド420とを一体にしたヘッドで処理を行っても良い。

【0108】

また、本実施形態では、ライン寸法=120 nm、スペース寸法=150 nmの繰り返しパターンについて説明したが、これに限定されることは無く、他のパターンでも、同様の効果が得られる。

【0109】

なお、レジストの種類によっては、PEB処理が不要なものもある。この場合、PEB処理を行わずに、現像処理を行うことができる。この場合も、液浸式露光装置でレジスト膜上の液体を乾燥させずに、現像処理を行うことが好ましい。露光処理中に形成された液膜を除去せずに現像処理を行うことで、液膜の乾燥処理が不要となる。液膜を乾燥させる際、レジスト膜の表面に液染みが形成されることがある。乾燥処理が不要なので、液染みが形成されることがない。液染みが形成されていると、レジスト膜に対する現像液のぬれ性が変化する。その結果、現像処理後に形成されるレジストパターンが不均一になることがある。しかし、乾燥処理を行わないので、液染みによって生じるレジストパターンの不均一の発生を抑制することができる。

【0110】

(第6の実施形態)

反射防止膜とレジスト膜の塗布工程、露光工程、及び現像工程については、本

実施形態 1 と重複するため、ここでは省略し、P E B 処理工程のみ説明する。

図 18 は、本発明の第 6 の実施形態に係わる加熱処理装置を模式的に示す図である。図 18 において、図 4 と同一な部位には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0111】

本装置では、加熱ヘッド 213 からの光が照射されている照射領域でのレジスト膜の処理状況を観測しつつ、P E B 処理が行われる。処理状況は、モニタ光加熱ヘッド 215、モニタ光受光ヘッド 216、制御部 231 により観測される。モニタ光加熱ヘッド 215 は、光が照射されている領域のレジスト膜 104 上にモニタ光を照射する。モニタ光受光ヘッド 216 は、レジスト膜 104 で反射されたモニタ光を受光し、光強度分布を測定する。光強度分布は、加熱領域の移動方向分布を測定することが好ましい。モニタ光受光ヘッド 216 は、光強度分布を制御部 231 に伝達する。より具体的には例えば特開 2000-82661 公報に記載された加熱処理のモニタ法を用いればよい。

【0112】

制御部 231 は、光強度分布から加熱領域の処理状況を計測する。加熱領域の処理が遅れている場合、制御部 231 は、気流 223 の流速を低下させて、加熱領域の冷却を抑制する。逆に処理が過剰に進行している場合、制御部 231 は、気流 223 の流速を早くして、加熱領域の冷却を促進させる。このように、加熱処理情報を取得しながら、加熱することで、ウエハ面内で均一性良く加熱処理することが可能である。

【0113】

なお、加熱領域の処理の制御は、気流 233 の速度だけである方法に限らない。例えば、気流 233 の速度、気流 233 の温度、温度制御板 202 による基板温度、加熱部 213 による加熱温度、加熱部 213 のスキャン速度の少なくとも一つを制御すればよい。また、本制御は、気流ではなく液流を形成しつつ加熱処理を行う加熱処理装置にも適用することができる。

【0114】

モニタ光加熱ヘッド 215、モニタ光受光ヘッド 216、加熱領域が発する赤

外領域の光を測定して温度を測定手段を設けても良い。また、基板 101 が載置されている温度制御板 202 と熱的に分離した加熱領域に加熱領域の移動方向に沿って熱電対等の温度測定手段を複数配置しても良い。そして、これらの測定手段の測定結果に応じて、制御部 231 が制御を行っても良い。

【0115】

(第7の実施形態)

図19は、本発明の第7の実施形態に係わるレジスト膜の形成方法を示すフローチャートである。図20は、本発明の第7の実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す断面図である。

(ステップS301)

まず、図20(a)に示すように、直径200mmの半導体基板（以下ウェハと称す）101上に膜厚60nmの反射防止膜102を形成する。反射防止膜102は、例えば回転塗布法により反射防止材及び溶剤を含む液膜を形成した後、190℃、60秒の条件でベーク処理して形成される。

【0116】

(ステップS302)

次いで、図20(b)に示すように、ウェハ101上に、溶剤にポジ型のレジスト材が添加されたレジスト溶液を塗布し、液膜401を形成する。

【0117】

レジスト溶液の塗布は、特開平7-163929号公報に開示されている毛細管現象を利用したメニスカス塗布や、特開2000-188251公報に開示されている極細ノズルを基板上で往復運動させて塗布する手法により作成すればよい。また、薬液を噴霧するようなスプレー塗布でもよい。本実施形態では特開2000-188251公報に開示されている極細ノズルを基板上で往復運動させて塗布する手法を用いて、液膜を形成した。

【0118】

(ステップS303)

次いで、ウェハを図21に示す加熱処理装置へと搬送して加熱処理を行う。加熱処理によって、液膜403中に含まれる溶剤を揮発させる、液膜の乾燥処理を

行う。そして、図20(c)に示すように、レジスト膜404を形成する。以下、その詳細を説明する。

【0119】

図21は、本発明の第7の実施形態に係わる加熱処理装置の概略構成を示す図である。なお、装置の全体的な構成は第1の実施形態と同様であるため、ここでは省略する。

【0120】

処理ヘッド450は、加熱部451と、送風部452と、吸気部453とを具備する。加熱部451は、1本のハロゲンランプ光源（不図示）から光ファイバ（不図示）を介して送られた光455を液膜403に対して照射する。送風部452は、処理ヘッド450の移動方向後方側に配置されている。吸気部453は、処理ヘッド450の移動方向前方側に配置されている。

【0121】

送風部452からウエハ101上に気体が導入され、吸気部453から吸引されて、気流454が形成される。気流454の向きは、処理ヘッド450の移動方向後方側から前方側に流れる。ウエハ101はステージ（図示しない）上に載置され、ステージは、23℃に温調されている。これにより、光455が照射される領域が選択的に加熱されるように構成されている。

【0122】

光455の照射による加熱処理によって、液膜401中の溶剤が揮発する。揮発した溶剤は、気流454によって下流側に運ばれる。吸気部453が加熱部451に隣接して設置されているために、レジスト膜404表面に再付着する溶剤の量が低減される。

【0123】

加熱部451からの光455が液膜に照射され、照射された光によって加熱されて乾燥が進行する。処理ヘッド450は、図示されない移動機構により、図中左から右の方向にスキャン移動できるように構成されている。処理ヘッド450は、ウエハ101の一端から他端へとスキャン移動し、ウエハ全面で加熱処理によるレジストの乾燥が行われる。

【0124】

このように、加熱部である加熱ヘッドのスキャン方向に対して下流側から上流側に向う気流雰囲気下で処理を行うことで、既に乾燥処理が行われた領域に影響を与えることなく、高精度な乾燥処理を行うことができた。

【0125】

(ステップ S304, S305)

次いで、露光装置で露光を行う。そして、図20(d)に示すように、現像、乾燥処理を行ってレジストパターン404を形成する。なお、レジスト膜404が化学増幅型の場合、PEB処理を行う必要がある。PEB処理が、前の実施形態に示した装置、方法を用いて行われても良い。

【0126】

なお、本実施形態では、加熱ヘッドのスキャン方向に対して、下流側から上流側に向う気流の場合について、説明したが、これに限定されることは無い。液膜の種類に応じて、気流方向を変えて行ってもよい。なお、本実施形態では、レジスト膜の形成工程に用いたが、絶縁膜や金属膜の形成に用いても良い。

【0127】

なお、本発明は、上記各実施形態に限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。更に、上記実施形態には種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出され得る。例えば、実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0128】**【発明の効果】**

以上説明したように本発明によれば、加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に気流又は液流を形成して加熱処理を行うことによって、酸の再付着を抑制することができ、レジスト膜のパターン均一性を向上さ

せることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

第 1 の実施形態に係わる基板処理方法を示すフローチャート。

【図 2】

第 1 の実施形態に係わる半導体装置の製造方法を示す断面図。

【図 3】

図 3 (a) はウエハ全体を示す平面図、図 3 (b) はウエハの各チップ領域に形成されるパターンの概略を示す平面図、図 3 (c) はチップ領域中のラインパターン領域の概略を示す平面図。

【図 4】

第 1 の実施形態に係わる加熱処理装置の概略構成を示す断面図。

【図 5】

第 1 の実施形態に係わる加熱処理装置の概略構成を示す斜視図。

【図 6】

第 1 の実施形態に係わる加熱処理を説明する平面図。

【図 7】

ウエハの位置に対する加熱量を示す特性図。

【図 8】

ウエハ位置に対するスキャン速度、処理温度を示す特性図。

【図 9】

第 2 の実施形態に係わる加熱処理装置を模式的に示す図。

【図 1 0】

第 3 の実施形態に係わる基板処理方法を示すフローチャート。

【図 1 1】

ウエハ上に転写される露光ショット位置の概略を示す平面図。

【図 1 2】

第 3 の実施形態に係わる加熱処理装置による P E B の工程を模式的に示す図。

【図 1 3】

第 3 の実施形態に係わる加熱処理装置による P E B の工程を模式的に示す図。

【図 1 4】

第 4 の実施形態に係わる加熱処理装置による P E B の工程を模式的に示す図。

【図 1 5】

第 5 の実施形態に係わる処理装置の構成を示す図。

【図 1 6】

第 5 の実施形態に係わる P E B ヘッドの構成を示す図。

【図 1 7】

第 5 の実施形態に係わる処理装置を用いた処理を示す平面図

【図 1 8】

第 6 の実施形態に係わる加熱処理装置を模式的に示す図。

【図 1 9】

第 7 の実施形態に係わるレジスト膜の形成方法を示すフローチャート。

【図 2 0】

第 7 の実施形態に係わる半導体装置の製造工程を示す断面図。

【図 2 1】

第 7 の実施形態に係わる加熱処理装置の概略構成を示す図。

【符号の説明】

- 1 0 1 …半導体基板
- 1 0 2 …反射防止膜
- 1 0 3 …液膜
- 1 0 4 …化学増幅型レジスト
- 1 0 5 …レジスト膜
- 2 0 1 …ベース
- 2 0 2 …温度制御板
- 2 0 3 …カバー
- 2 0 4 …空間
- 2 1 1 …ハロゲンランプ光源
- 2 1 2 …光ファイバ

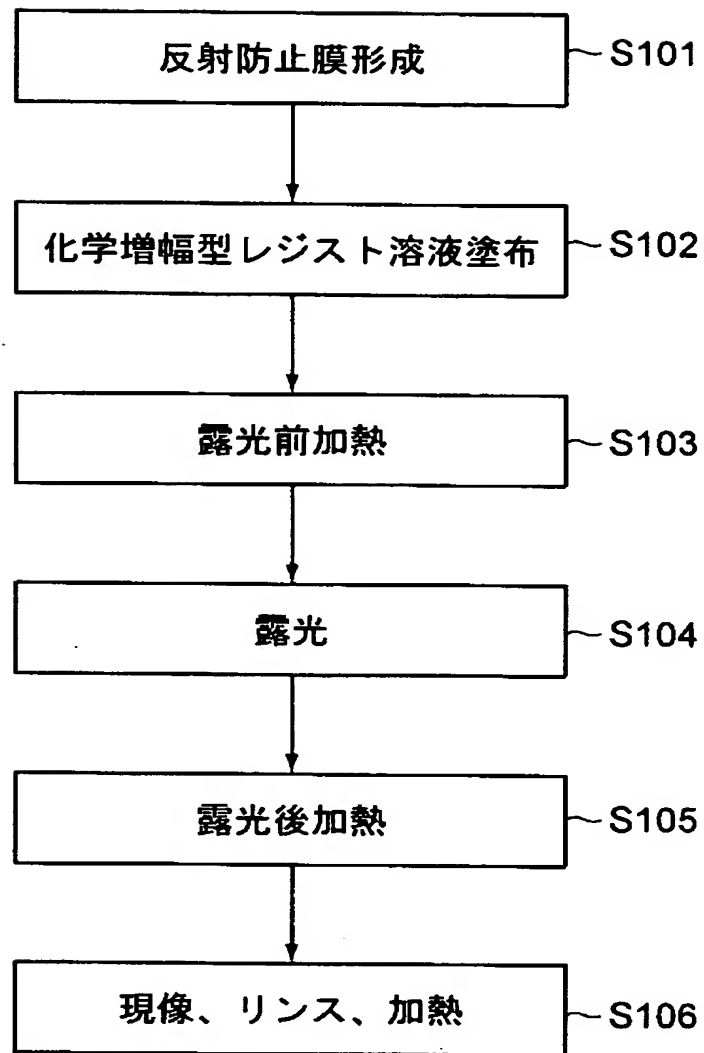
2 1 3 …加熱ヘッド

2 1 4 …移動機構

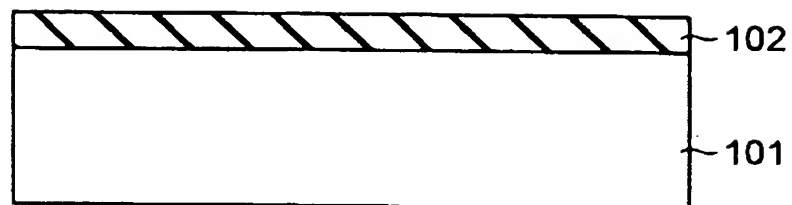
【書類名】

図面

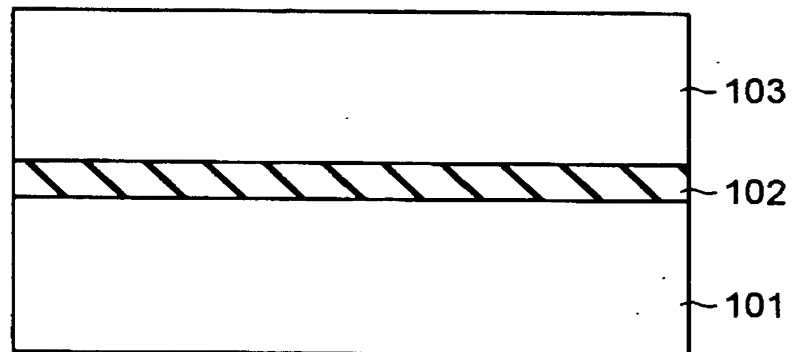
【図 1】



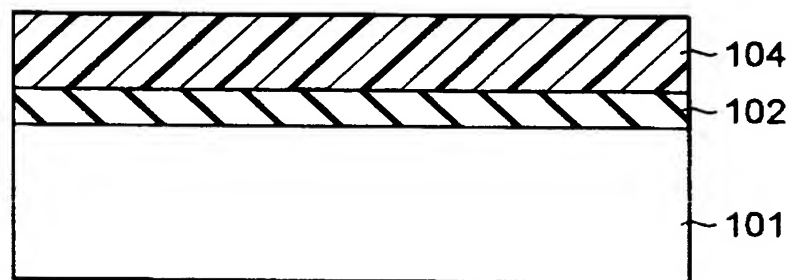
【図 2】



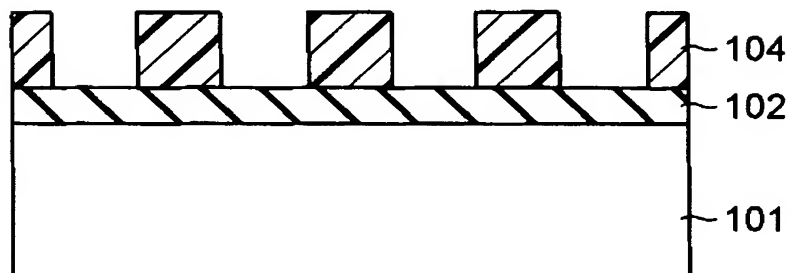
(a)



(b)

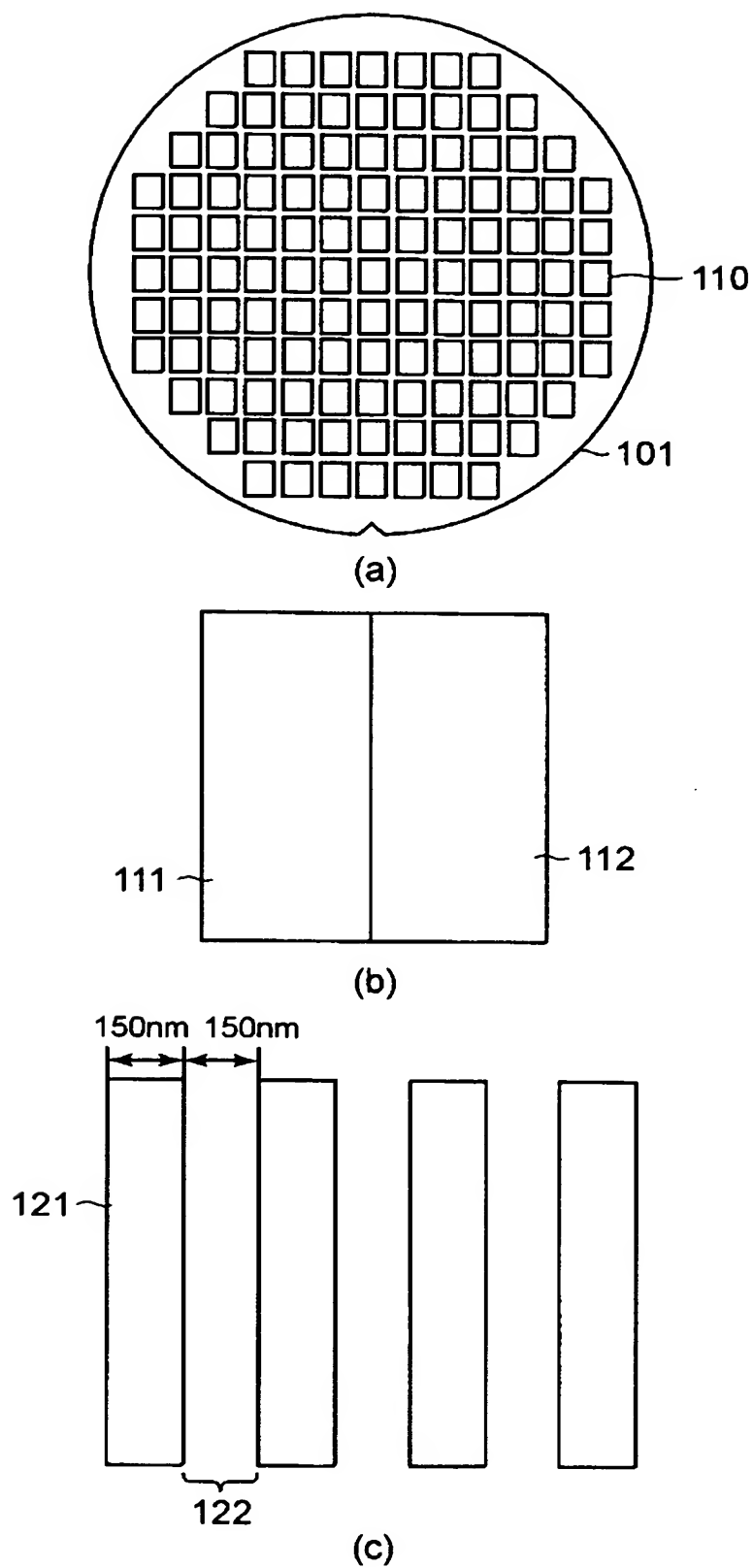


(c)

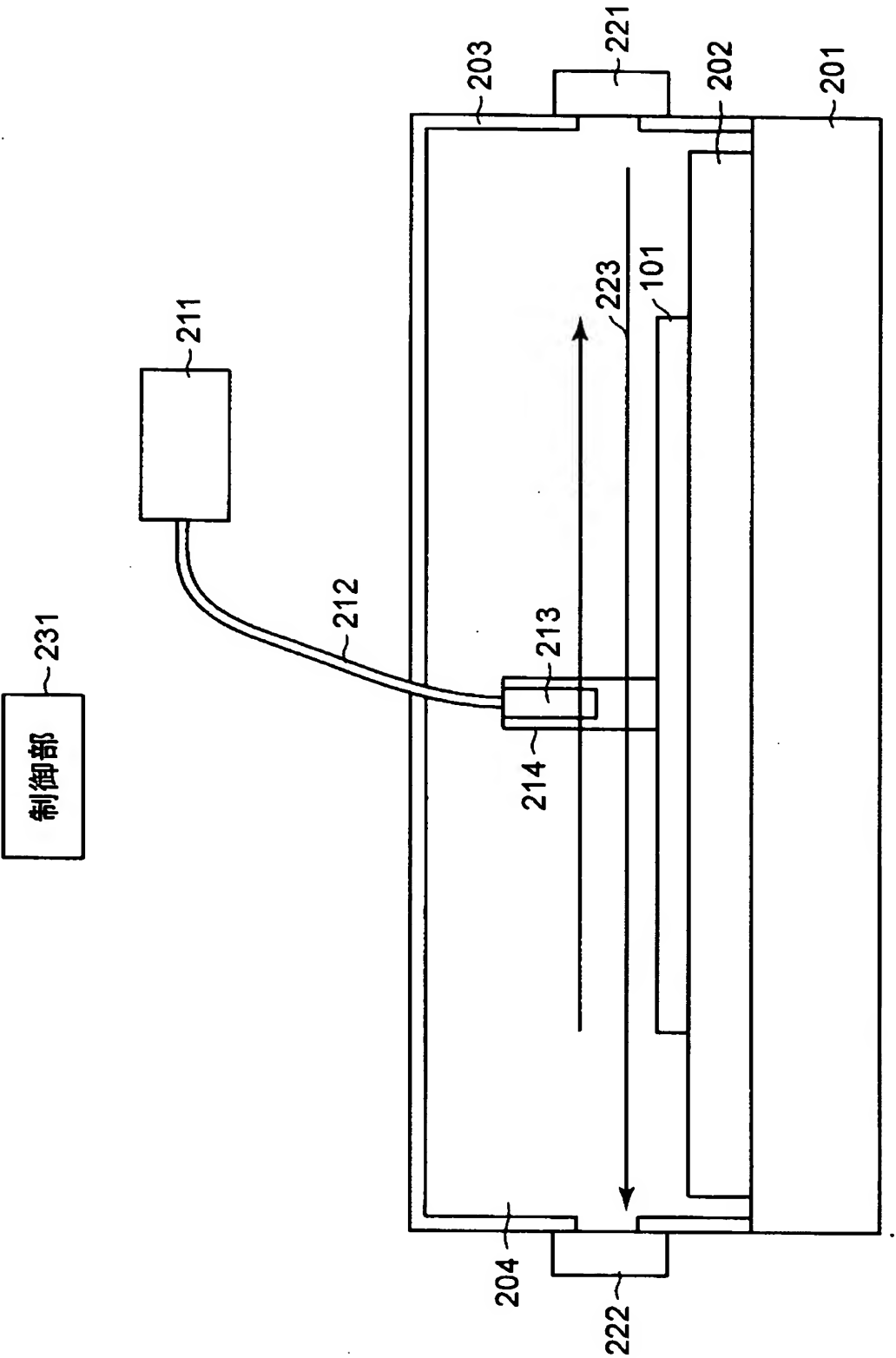


(d)

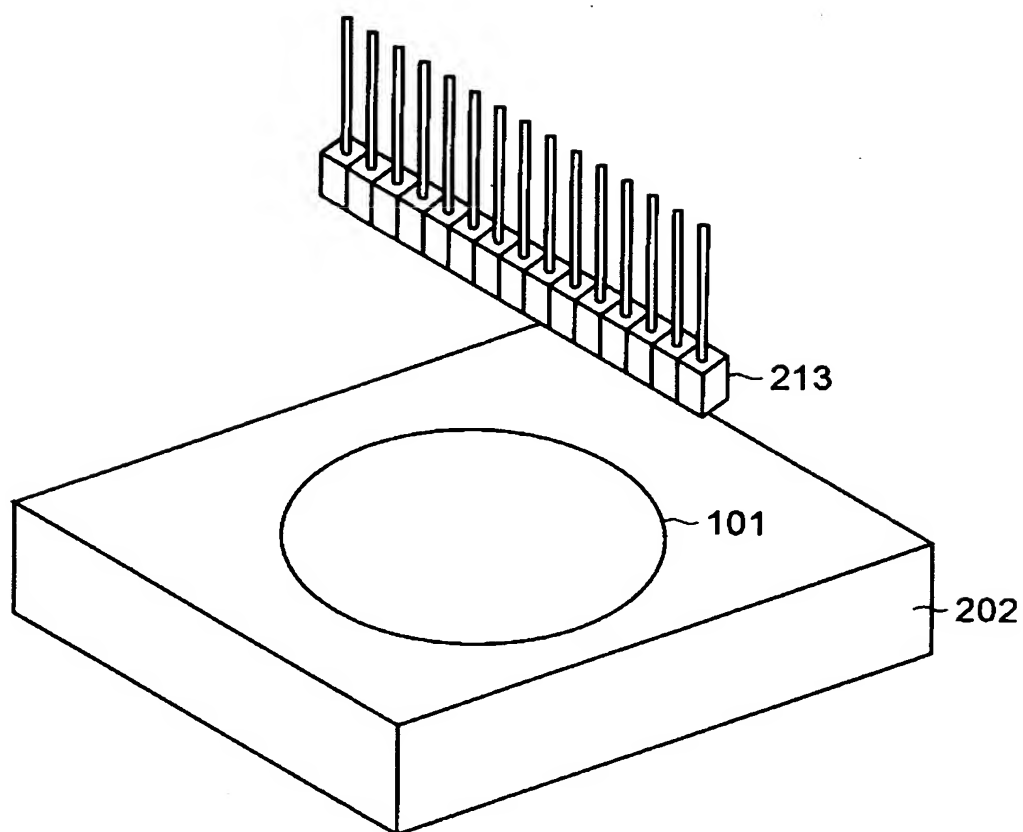
【図 3】



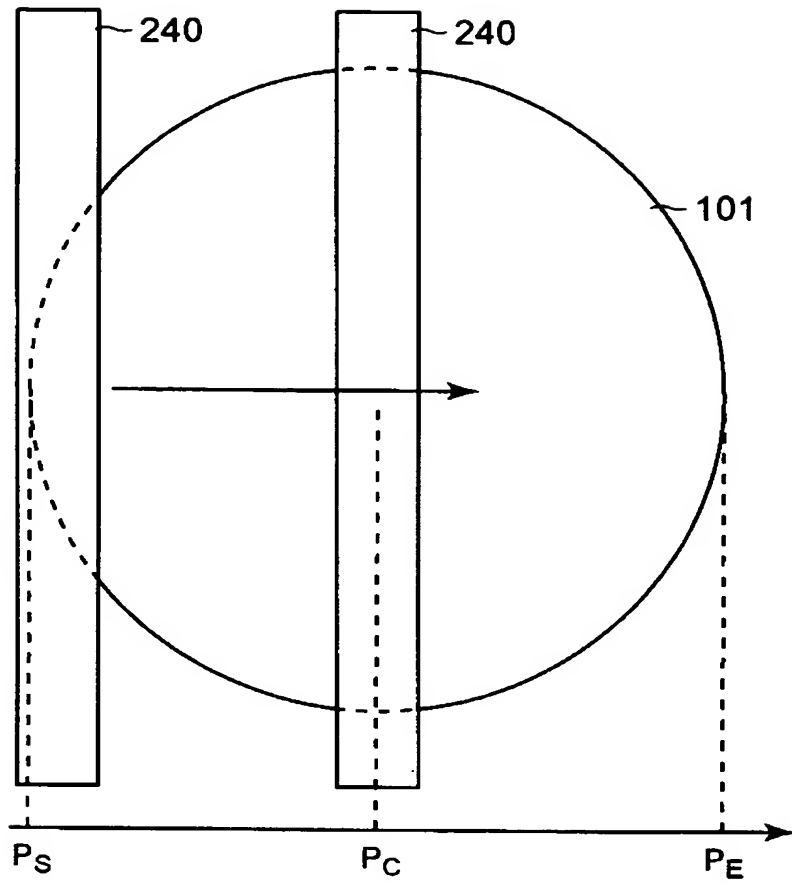
【図 4】



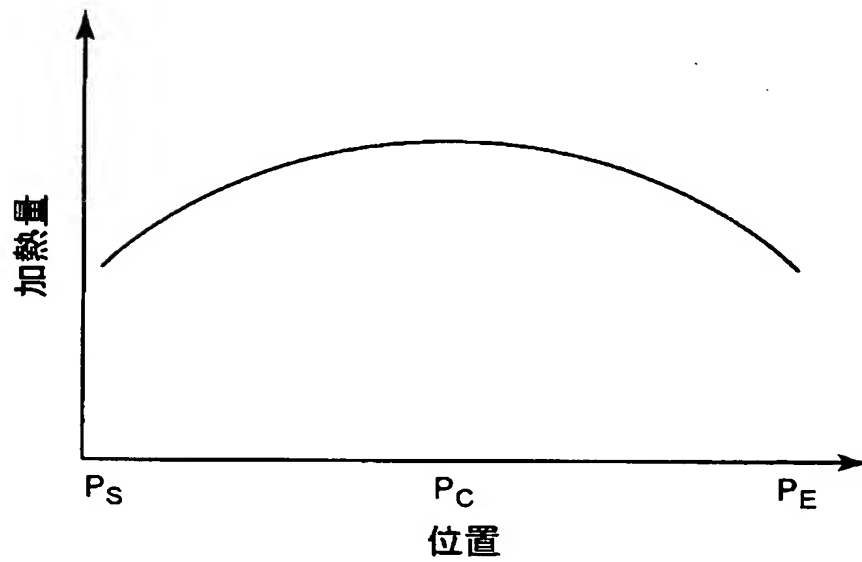
【図 5】



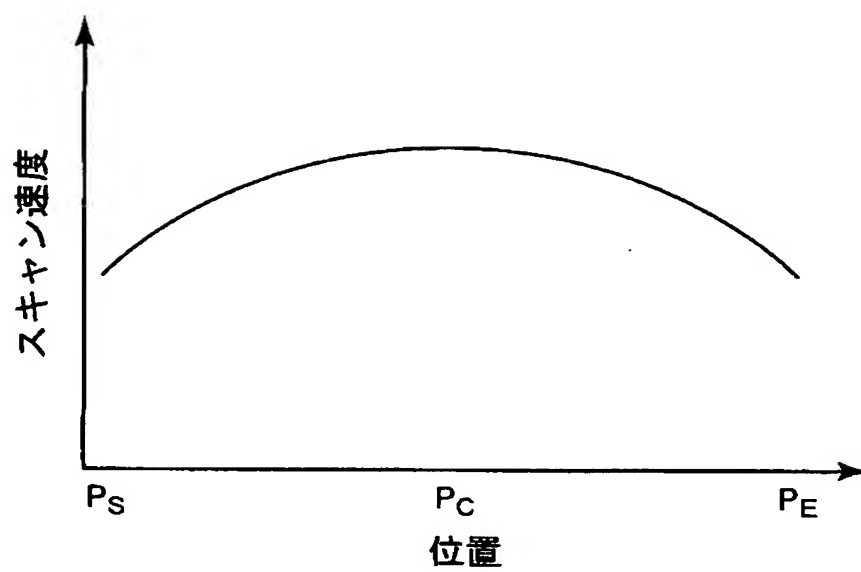
【図 6】



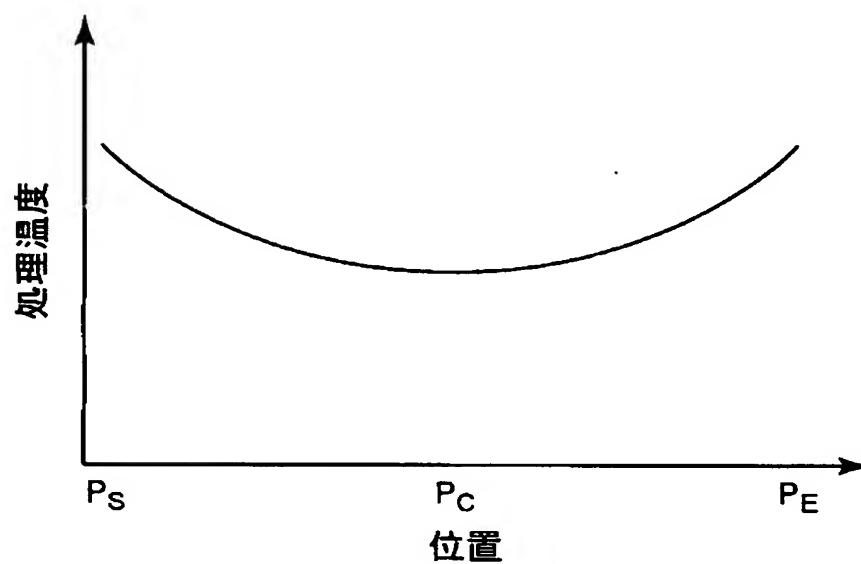
【図 7】



【図 8】

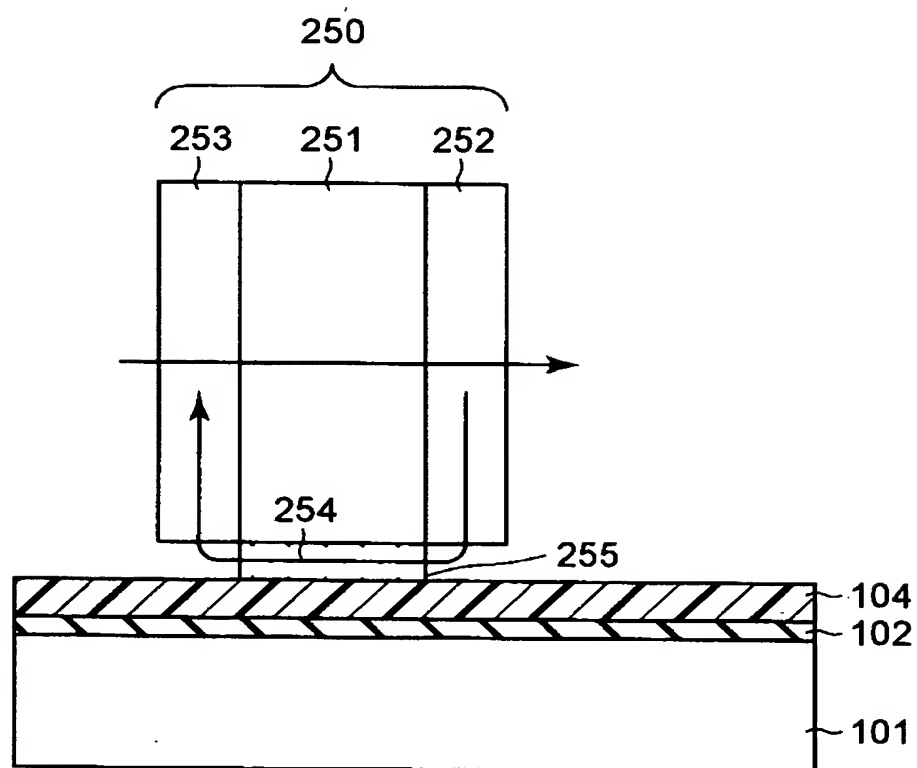


(a)

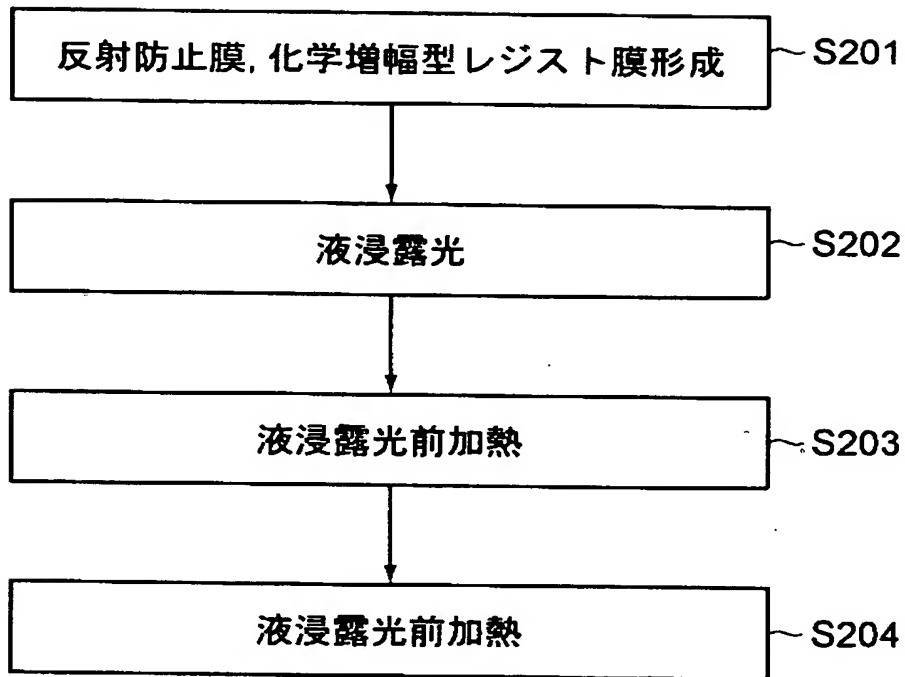


(b)

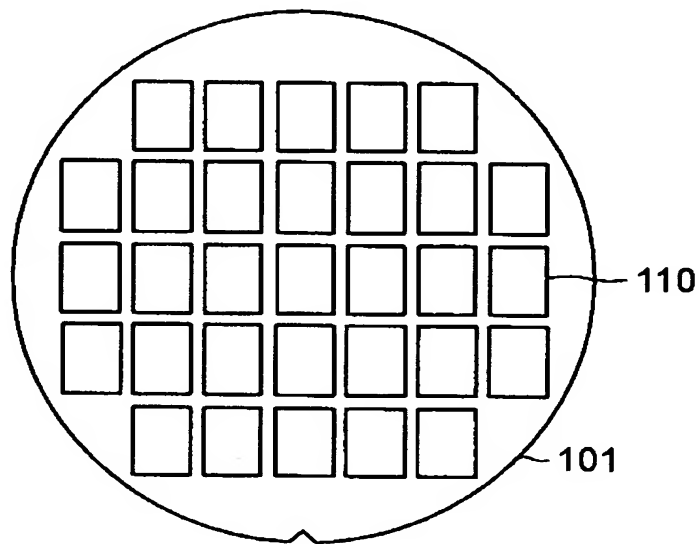
【図 9】



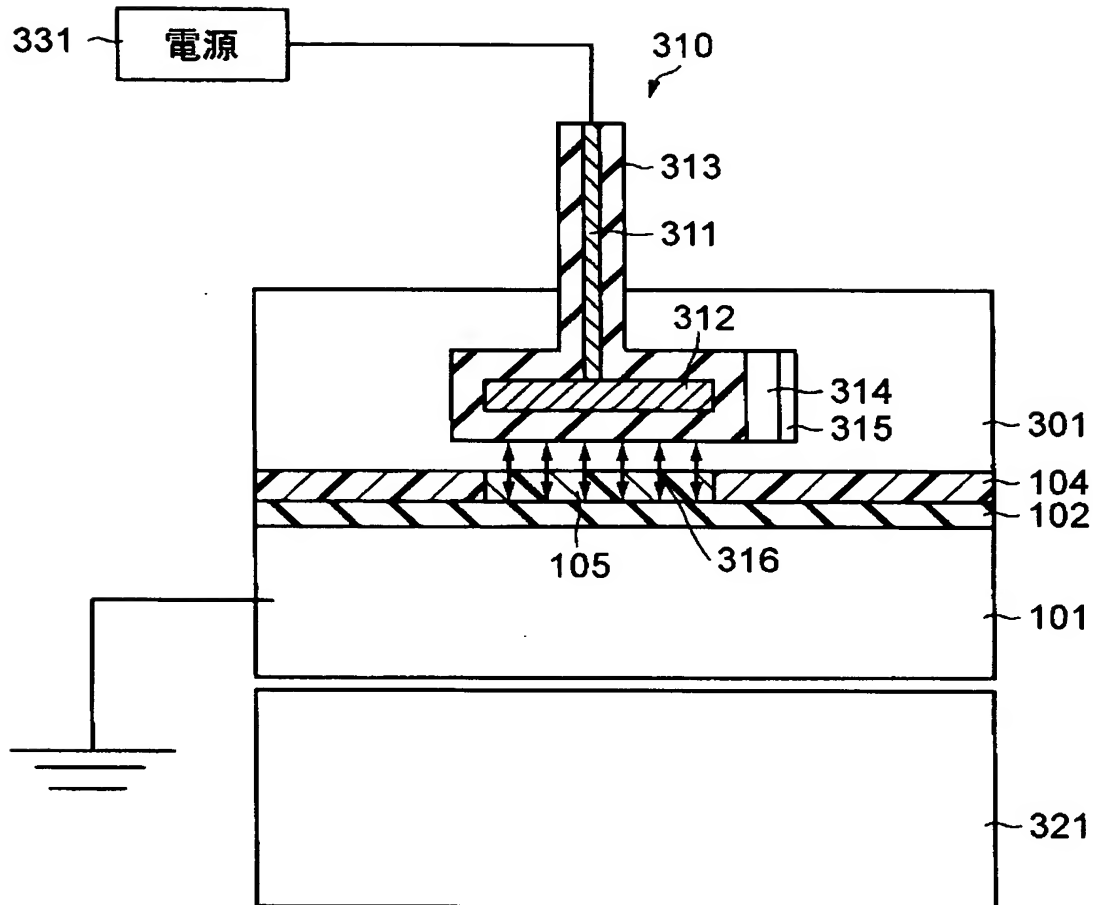
【図 10】



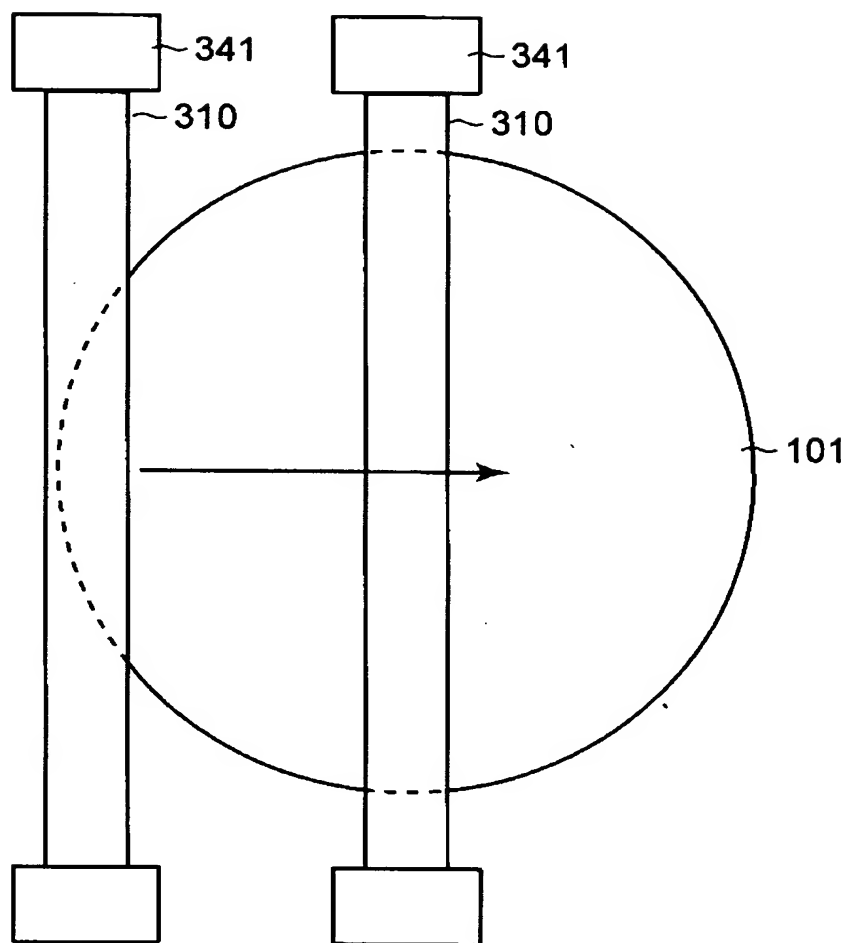
【図 11】



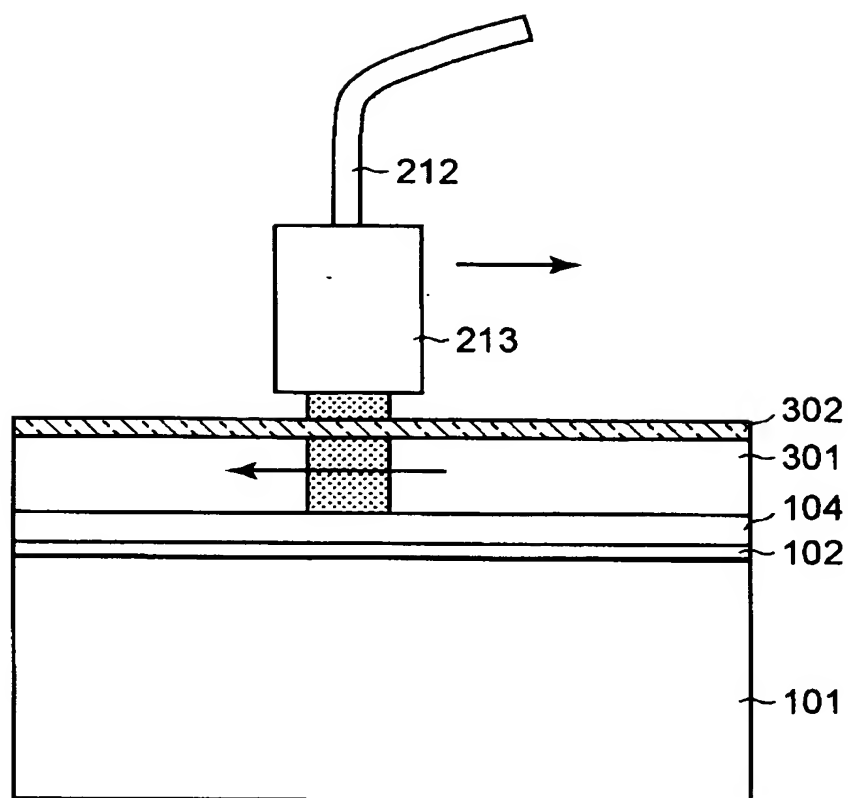
【図 12】



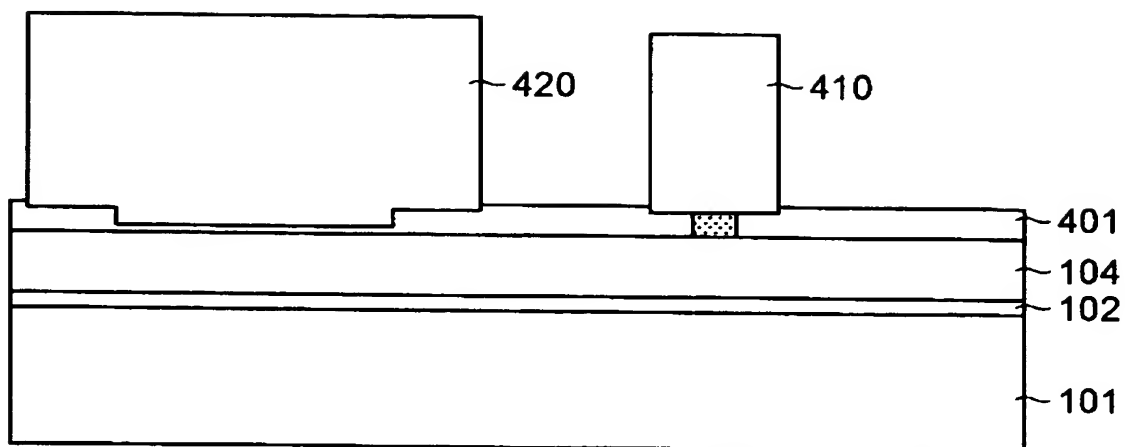
【図 13】



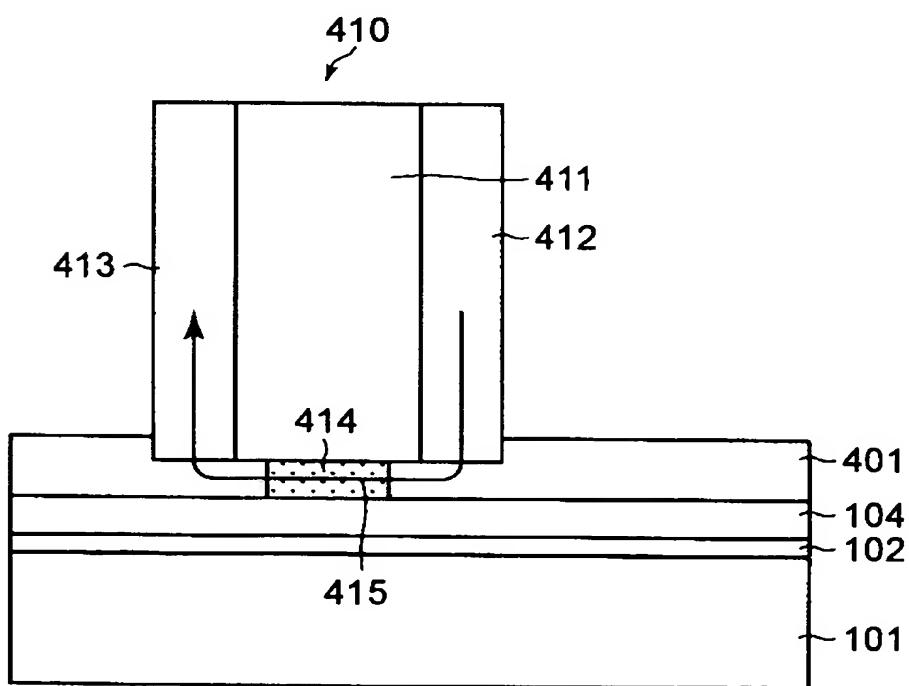
【図 14】



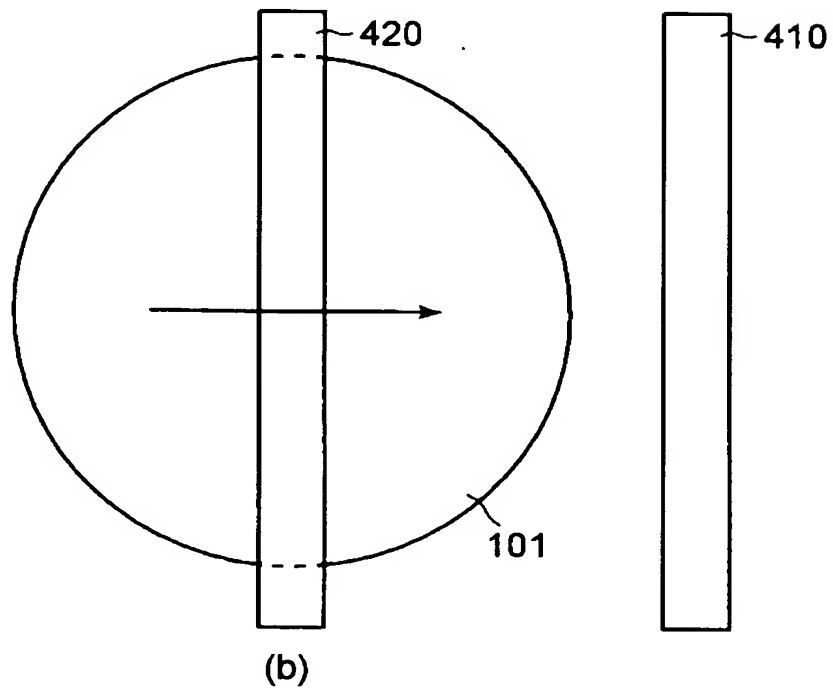
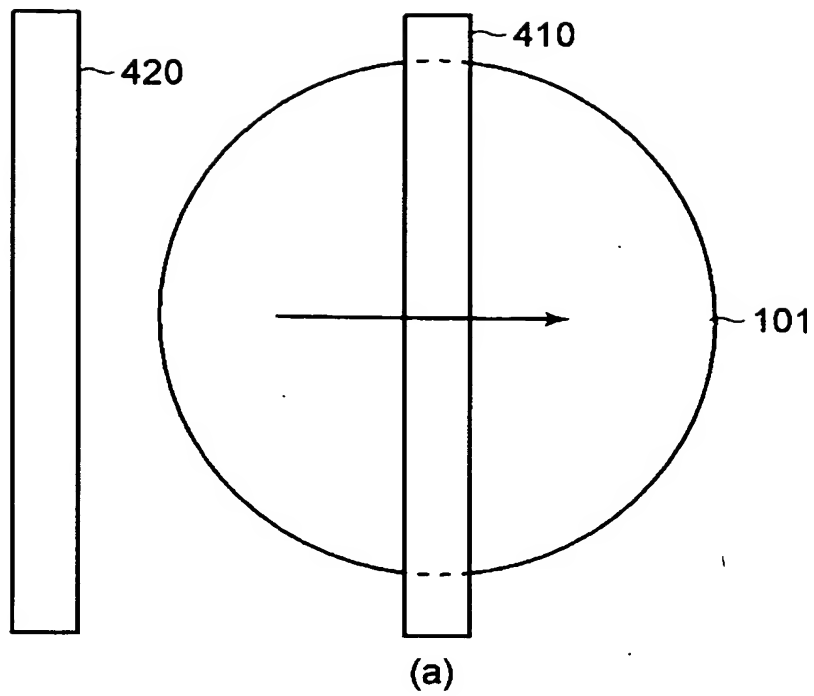
【図 15】



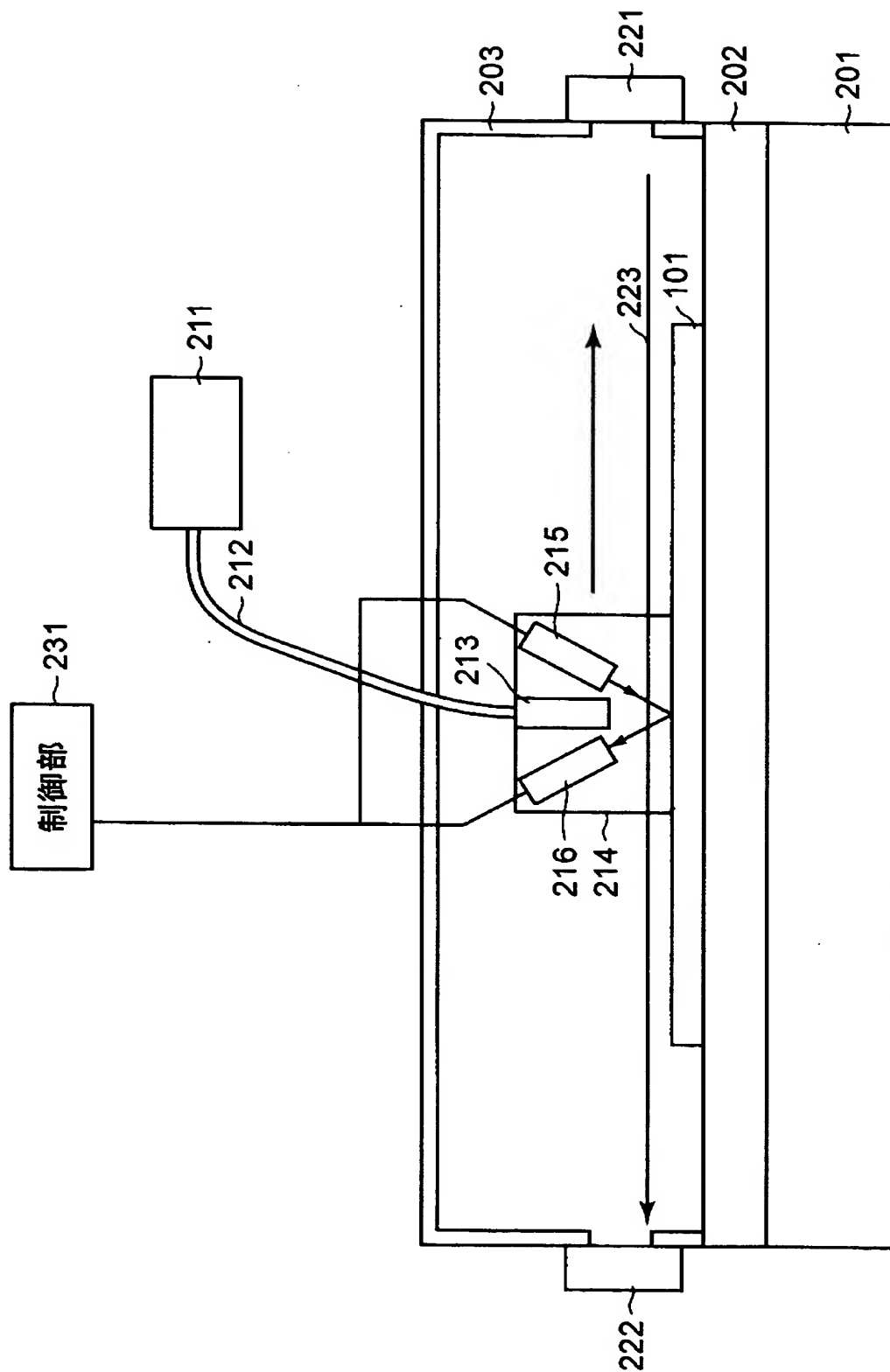
【図 16】



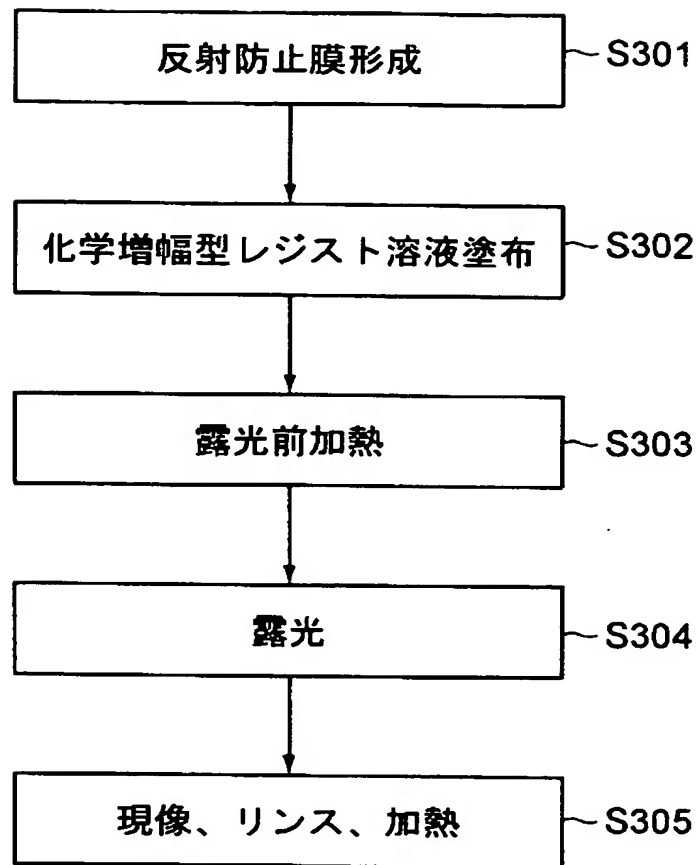
【図 17】



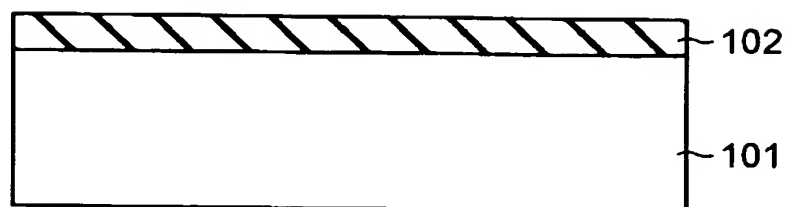
【図 18】



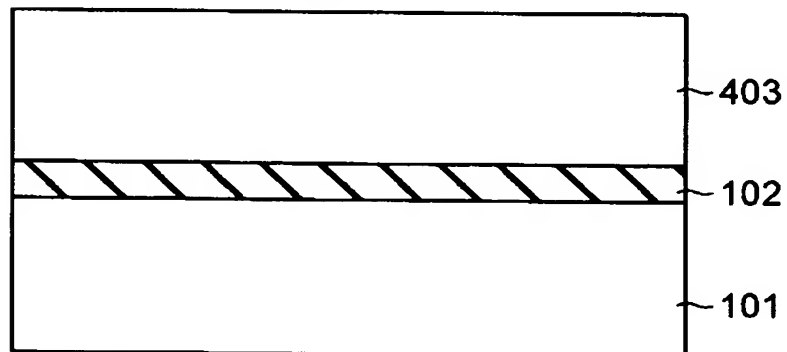
【図 19】



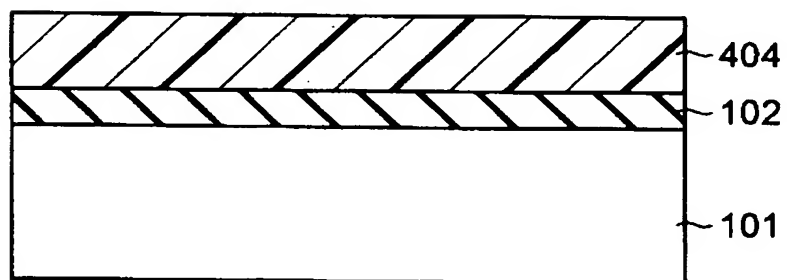
【図 20】



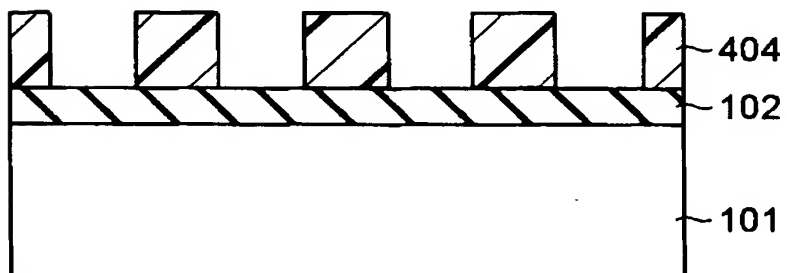
(a)



(b)

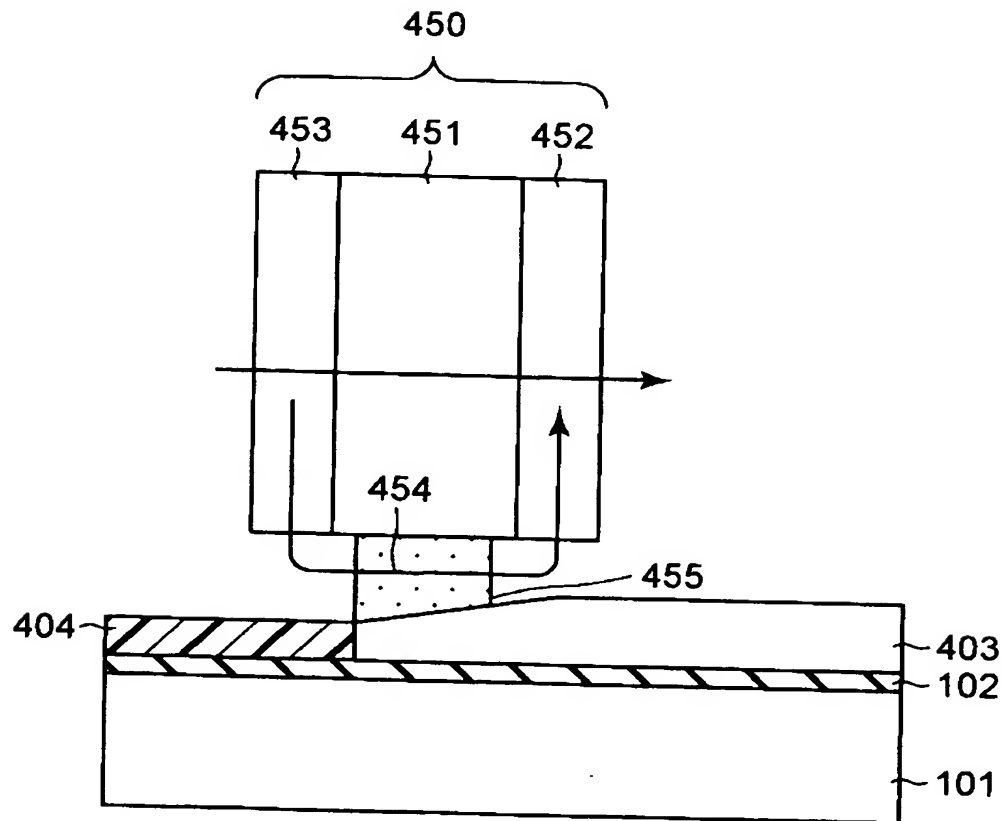


(c)



(d)

【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 P E B 処理におけるレジスト膜への酸への再付着を抑制すること。

【解決手段】 基板上に化学増幅型レジスト膜を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対してエネルギー線を照射して、潜像を形成する工程と、前記化学増幅型レジスト膜に対して加熱処理を行う工程とを含み、前記加熱処理は、前記化学増幅型レジスト膜を加熱する加熱部と前記基板とを相対的に移動させつつ、前記加熱部下面と前記化学増幅型レジスト膜との間に前記加熱部の相対的な移動方向に対して逆方向に流れる気流を形成して行う。

【選択図】 図 4

特願 2002-299576

出願人履歴情報

識別番号

[000003078]

1. 変更年月日

2001年 7月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名

株式会社東芝